SHOUT
SHARE
IT

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 27 Stuttgart 1977

SMITHSONIAN
MAY 26 1978
LIBRARIES

The Biostratigraphy of the Lower Pliensbachian at the Type Locality (Pliensbach, Württemberg, SW-Germany)

by Rudolf Schlatter, Ludwigsburg

With 4 plates, 5 figures, and 1 table

1. Introduction

The type locality of the Pliensbachian, at foot of the Swabian Alb, is situated about 35 km SE of Stuttgart. In the region of Pliensbach there are several localities well-known in the geological literature, e. g. Boll, Holzmaden, Ohmden, and Zell. East of Pliensbach a brook, named Pliensbach too, passes along. On both sides of the Pliensbach there are a lot of small exposures showing the layers of the middle Lias. But it is difficult to correlate these incoherent exposures and to integrate them into one profile, because the layers are poor in fossils and the lithology is very monotonous. Therefore a digging has been necessary to obtain a continous section (see fig. 1).

In the autumn 1975 an excavation has been made near the village. The results of this digging have made it possible to correlate the different sections.

Nürtingen, the other well-known locality for lower Pliensbachian ammonites, has been researched too. There the aggregate thickness of the middle Lias is greater than at the type locality. Fossil material from Nürtingen is kept in many European museums and geological institutes. Especially in the beginning of this century a lot of well preserved ammonites were found during the working of raw material for the production of cement (Engel 1911, 139). In the monograph about the Liparoceratidae in the British Museum several ammonites from Nürtingen have been listed and figured by Spath (1938). The production of cement was finished a long time ago. Therefore it was necessary to open the profile again. During the summer 1976 the author researched this section and collected bed by bed a rich fauna. Now the old pit is filled up with rubble.

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 27 Stuttgart, 20. 6. 1977

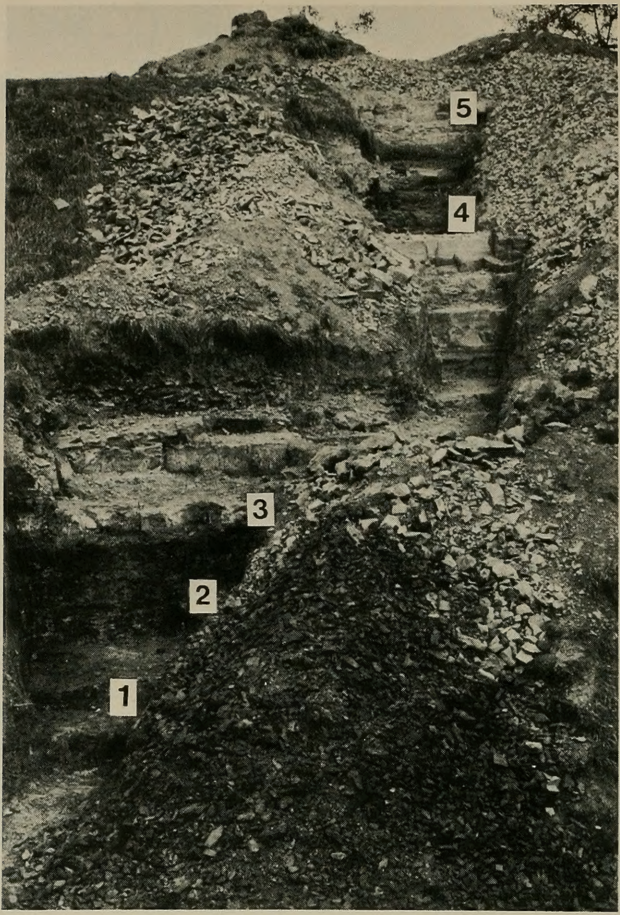


Fig. 1. Section opened by digging at the type locality (autumn 1975) showing the beds from the *raricostatum* Zone to the *ibex* Zone. The numbers mark the following important parts of the section:

1 Raricostatenbasisbank (sensu Söll 1956, 380)
2 uppermost part of the Raricostatenton limited above by a thin layer with fucoids
3 Cymbiumbank
4 first appearance of *Uptonia*
5 first appearance of *Tragophylloceras ibex* (Qu.)

1.1. History

The area of Pliensbach, particularly the small village Boll, had been often mentioned in earlier times. The sulphur-bath at Boll was visited regularly by a lot of people. The forth volume of Bauhinus (1602) represents the first natural description of Württemberg. In an important part of this volume the medical value of this mineral water is treated in detail. In another chapter numerous ammonites are described and figured from this region. The designation of the bath as "württembergisches Wunderbad" refers not only to the efficiency of the water, but also to the discovery of the numerous fossils occuring there. In 1811 there was a decree of Wilhelm I (king of

Württemberg) requesting the people to collect fossils and to exhibit them in the bath of Boll.

As time went on scientists began to describe the fossils of this region. Therefore the name of Pliensbach is found in several publications at the beginning of the 19th century. To this pioneer period of scientific geologists the following well-known fossil collectors should be mentioned: STAHL (1824), ZIETEN (1830—1833), v. MANDELSLOH (1834), and HEHL (1834).

ZIETEN described and figured some fossils of Pliensbach in his monograph. A specimen of an ammonite, determined as *Ammonites crenatus* REINECKE by ZIETEN, is figured herein (original of ZIETEN 1830, pl. 1, fig. 4 a—d; see pl. 2, fig. 5 a, b). DONOVAN & FORSEY (1973, 10, pl. 2, fig. 2 a, b) have designated it as the lectotype of *Coeloceras pettos* (QU.). In contrast to the data in ZIETEN who cited it from the "Lias-shales of Gamelshausen" the original label refers to Pliensbach, where this ammonite seems to have been found.

QUENSTEDT (1843, 520; 1858, 117; 1867, 8) first mentioned the locality Pliensbach, where the layers of the „Schwarzer Jura" (Black Jurassic) are well exposed.

The middle Lias formed the subject of OPPEL's first work in 1853. In the publication "Der mittlere Lias Schwabens" OPPEL, a pupil of QUENSTEDT, adopted the lithologic subdivision (Schwarzer Jura γ and δ) of his master. And following the results of OPPEL in stratigraphy of the middle Lias, PFIZENMAYER (under the direction of QUENSTEDT) included them in the table produced in 1853 (see tab. 1).

The most important landmark in the progress of stratigraphic geology was OPPEL's "Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands" in 1856—1858. This remarkable work about the jurassic biostratigraphy contains the definition of the "Pliensbachian" or "Pliensbachgruppe" (1858, 248 f.) to replace D'ORBIGNY's term "Étage Liasien". It is understandable that OPPEL selected the type locality in this region because the geology of the Pliensbach area has been well documented since earlier times. OPPEL himself has never given a detailed stratigraphic description of the section of Pliensbach. In generalized schemes OPPEL (1856, 237, 243, 259) shows what he means by the different biostratigraphic subdivisions. The term zone ("Zone") has never been defined by him. The zone itself is characterized by a well documented list of their fossil contents (OPPEL 1856, 135).

Later QUENSTEDT (1885) published his monograph about the ammonites of the Swabian Jurassic (part I, Schwarzer Jura) in which many Pliensbachian forms are listed and described.

The ammonites of the Schwarzer Jura γ have been receiving attention by BERTSCH (1876; 1878). This study was initiated by QUENSTEDT.

After a longer intervall RAPP (1931) published a lot of sections in the Schwarzer Jura γ of the Middle Swabian Alb. The subdivision of the various sections is based only on their lithologic sequence.

An important contribution to the knowledge of the geological situation in the region of the type locality was given by GOTTLIEB (1955) in form of a geological map (sheet Weilheim/Teck, no. 7323) including a detailed explanation. In this paper the section (exposed along the brook) of the lower Pliensbachian at the type locality is described and figured for the first time. The lithologic subdivision is put in the foreground in the manner of RAPP (1931). The first biostratigraphic study about the lower Pliensbachian at the type locality was published by GEYER (1964). In this paper a preliminary biostratigraphic subdivision of the Pliensbachian is proposed.

A detailed study of the stratotype including the comparison with the subdivision into zones and subzones made by DEAN et al. (1961) is missing. GEYER (1964, fig. 2) indicates mainly the occurence of the index species for zones.

This fact forms the subject of this recent paper and in the same way it represents a preliminary note of a greater investigation on this matter by the author.

2. Stratigraphy

2.1. The "Numismalismergel" sensu QUENSTEDT

The middle Lias has been subdivided in different manners by several authors (see tab. 1). In the upper row of the table the subdivisions sensu QUENSTEDT are given. For the definition of the „Numismalismergel" QUENSTEDT used lithologic terms and significant fossils. But the base and the top of this sequence of layers are defined only by the lithologic change from clay to marl (Raricostatenton, Amaltheenton). The subdivisions in the lower row are based on the biostratigraphic zonal scheme sensu OPPEL. To exclude confusions these two parts of the table have to be distinguished strictly.

QUENSTEDT (1843; 1853; 1884) divided his "Numismalismergel" (= Schwarzer Jura γ) into lithologic units. He named them often after characteristic fossils (e.g. "Basaltiformenbank" with *Pentacrinites basaltiformis*) or after the preservation (calcareous or pyritized casts) of their fossil contents, e.g. "Region der verkiesten Ammoniten" in the middle part of Schwarzer Jura γ.

Based on this criterion of preservation BERTSCH (1876; 1878) subdivided the Schwarzer Jura γ into three parts.

Following OPPEL (1856—1858), but used in a different sense, the primary lithologic units have been characterized in biostratigraphic terms or with characteristic ammonites by several authors (e.g. QUENSTEDT 1884; ENGEL 1883; 1908). For these units QUENSTEDT (1884, 200) used the term "Treppe" (stair; "Stufe" in modern German) (e.g. "Treppe des *Ammonites jamesoni*", p. 200). It was understood herein in a geomorphologic sense. This mixture of methods in biostratigraphy and in lithostratigraphy was the cause of misinterpretation. In various works of QUENSTEDT the definition of the Numismalismergel had been improved following the progress of OPPEL's biostratigraphic scheme. The best example for this fact is given in the definition of the limit Schwarzer Jura γ/δ in QUENSTEDT (1858, 116). The whole series of marls and limestones belong to the Schwarzer Jura γ, regardless of the appearance of Amaltheids in the upper part of the Numismalismergel. QUENSTEDT designated this uppermost part of the Numismalismergel as "Zwischenkalke" (1858, 116), or later as "Zwischenlager" (1885, 303) (see tab. 1).

This terminology was necessary, because OPPEL (1856, 251) had distinguished between a lower and an upper zone of *Ammonites margaritatus*. The lower part corresponds, as observed by OPPEL (1856, 251), to the marl facies of the Numismalismergel (sensu QUENSTEDT).

This important fact has been often overlooked by several recent authors. The result is a misinterpretation, i.e. an equation of QUENSTEDT's limit Schwarzer Jura γ/δ with OPPEL's limit *davoei* Zone / lower *margaritatus* Zone. This misconception has been discussed and rectified by SCHIRMER (1965, 194 f.).

ENGEL (1883; 1908), RAPP (1931), and GOTTLIEB (1955) subdivided the middle Lias into lithologic units as did QUENSTEDT. RAPP (1931, 6, tab. 1) numbered the layers and distinguished between marl, indurated marl, and compact limestone

("Fleckenkalk"). The numbering of the layers was used to correlate the diverse sections along the Middle Alb.

In Gottlieb (1955, 26, fig. 5) the section of Pliensbach and the well-known section of Kirchheim/Teck have been correlated, based on the number of layers. According to Gottlieb, in both sections there are 25 distinct layers.

In the same way Schweizer (1968, tab. 21) has represented a continuous section of the middle Lias along the Swabian Alb from Aselfingen (South Baden) to Sederndorf (NE of Aalen). Most of the sections were based on the results of Rapp (1931). The profiles were correlated layer by layer, and the sequence was subdivided into Schwarzer Jura γ_1, γ_2, γ_3. In the introduction (p. 9) it is shown what Schweizer understands by these terms. The three lithologic terms have been equated by him uncorrectly with biostratigraphic units (γ_1 = *jamesoni* Zone, γ_2 = *ibex* Zone, γ_3 = *davoei* Zone). This example may be representative for a widespread view in the geological literature.

2.2. Biostratigraphy

To replace d'Orbigny's "Étage liasien" Oppel (1858, 248 f.) introduced the term "Pliensbachian" or "Pliensbachgruppe", named after the village Pliensbach near Boll (footnote p. 249). Since the term "Étage liasien" without a local reference may cause confusion with the term Lias for the lower part of the Jurassic system, Oppel has rejected it. The meaning of the terms Carixian (Lang 1913), Domeriano (Bonarelli 1894), Charmouthian (Mayer-Eymar 1864) is explained in detail by Donovan & Howarth (1964, 169 f.), Cita (1964, 173 f.), and Donovan & Howarth (1964, 171 f.). A summary is given by Dean et al. (1961, 461 f.).

Oppel (1856, 237, 248; 1858, tab. 64) defined its "Pliensbachgruppe" without explaining what he understood by the term "Zone". He subdivided the Pliensbachian from the bottom to the top into five zones. The natural division of the Pliensbachian stage into two parts at the first occurrence of the Amaltheids was recognized by Oppel (1856, 236). The designations "Unter-Pliensbachium" and "Ober-Pliensbachium", never mentioned by Oppel, must be understood in this original sense (Lang 1913, 401 f.).

1. *jamesoni* Zone	(Jamesonibett, Zone des *Ammonites jamesoni*) Oppel 1856, p. 238 f. The lower part is characterized by the questionable term "Armatusbett" (syn. "Untere Jamesonischichten", p. 239)
2. *ibex* Zone	(Ibexbett, Zone des *Ammonites ibex*) Oppel 1856, p. 242 f.
3. *davoei* Zone	(Davöibett, Zone des *Ammonites davöi*) Oppel 1856, p. 246 f.

The *margaritatus* Zone (Oppel 1856, p. 249 f.) and the *spinatum* Zone (Oppel 1856, p. 258 f.) are treated by Urlichs 1977.

Oppel (1853; 1856—1858; 1862) has never described the stratotype of the Pliensbachian. Futterer (1893) published a detail study about the occurrence of the ammonites in the lower Pliensbachian at Östringen (near Langenbrücken, south of Heidelberg). A rich material has been obtained from there, and for the first time the biostratigraphic subdivision of the lower Pliensbachian according to Oppel (1856—1858) has been used successfully in Baden-Württemberg.

About seventy years later GEYER (1964) was the first who described the biostratigraphy of the lower Pliensbachian at the stratotype. The occurrence and the vertical range of several ammonites, especially the index species for zones, has been recognized and a subdivision into biozones has been proposed by him. The *taylori* Subzone (sensu DEAN et al. 1961, 462) has been raised to the rank of a zone.

In the subsequent paper of GEYER & GWINNER (1968, fig. 21) the proposed *taylori* Zone (sensu GEYER 1964) has been considered again as a subzone without explanation.

The ammonites of the lower Pliensbachian described by BERTSCH (1876; 1878), FUTTERER (1893), and RAPP (1931) can no longer be found (pers. commun. by J. WENDT/Tübingen, G. MAYER and E. SITTIG/Karlsruhe, and G. KAUFMANN/Marburg).

Unfortunately the most important original material, collected by GOTTLIEB (1955) and GEYER (1964) at the type locality, has been lost (pers. commun. O. F. GEYER, Stuttgart).

3. The lower Pliensbachian in the type area

3. 1. The lithologic sequence of the lower Pliensbachian

A strict subdivision, based on the change of lithologic units to obtain continuous and direct measurements of the layers, is impossible in the region of the type locality. The Numismalismergel represents a succession of more or less indurated marls and splintery limestone beds or nodules. By weathering the more indurated parts of the sequence become visible as separate benches. In this case the field geologist is attempted to number the layers (as did RAPP 1931 and GOTTLIEB 1955) and to base on it stratigraphic conclusions. In an unweathered section obtained by digging it is impossible to distinguish different separate beds (see ETZOLD 1975, 127; also fig. 2 of this paper).

A splintery limestone bench changes laterally into indurated marls or limestone nodules. This lateral transitions are fluent and could be observed over a short distance in every researched profile. Therefore the horizon of the fossils has been determined by a leveling glass related to fixed points in the exposure.

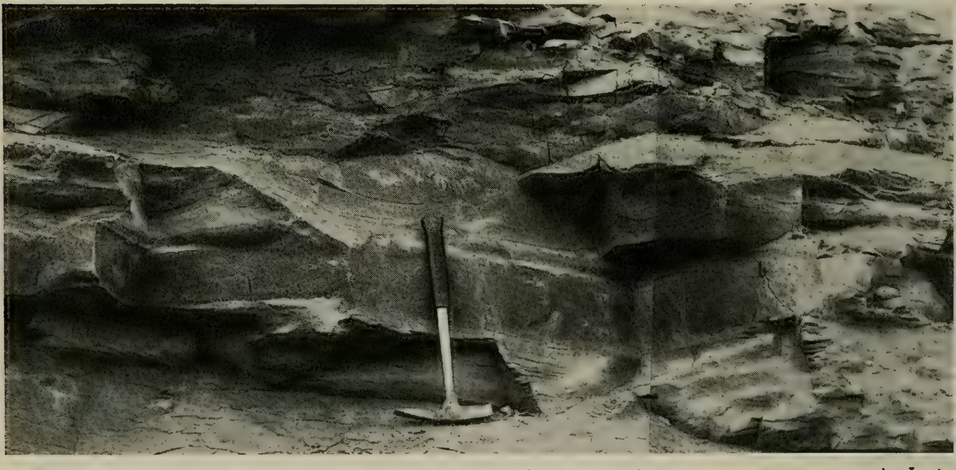


Fig. 2. Sequence of layers within the *ibex* Zone at Nürtingen (excavation summer 1976). It is impossible to distinguish separate benches. The transitions between limestone, marl or indurated marl are fluent within the Numismalismergel.

Neumayr (1868) and Schweizer (1968; 1971) have given a detailed study of the geochemical composition of the Numismalismergel. According to Schweizer (1968), the average contents of carbonate in the Schwarzer Jura γ comes to 56—87 %. The layers enriched in carbonate contain about 4 % $MgCO_3$. Dolomite cannot be proved radiographically.

3.2. Biostratigraphy of the stratotype

3.2.1. Preservation of the ammonites

The majority of the ammonites of the lower Pliensbachian are pyritized. In the lowermost part of the Schwarzer Jura γ and in the transition γ/δ the ammonites are in preservation of calcareous casts, and a large number of them are compressed. The pyritized ammonites, advanced *Uptonia* s.l., are preserved completely as rarities. Normally only the outer whorl is in a good state of preservation and the inner whorls and the body-chamber are crushed. The difficulty in determination is to recognize the relations between the small pyritized ammonites and the separated outer whorls (see also Quenstedt 1885, 200, 258 f.; Spath 1928, 222).

3.2.2. The boundary upper Sinemurian/lower Pliensbachian

Oppel (1856, 12, 57, 117, 270) fixed the limit Sinemurian/Pliensbachian above the so-called "Raricostatusbett" (Oppel 1856, 57). This bed corresponds with the uppermost part of the Schwarzer Jura β (Quenstedt 1853; 1858 he called it "Raricostatenbank", and 1884, p. 167, "Ammonitenregion 5" with *Ammonites raricostatus* which is limited at the top by the Raricostatenbank sensu Quenstedt 1853).

Fraas (1847, 210) mentioned nodules with big specimens of *Ammonites raricostatus* from the "Eyachriss" at Balingen. In Quenstedt (1843) a corresponding remark is missing. The ammonites occurring in nodules within this bed seem to be preserved as calcareous casts only in the region Rottweil-Balingen (Engel 1883; 1908; Fischer 1912, 18; Hoffmann 1964, 141). The Raricostatusbett sensu Oppel (1856, 57) does not exist in the region of Kirchheim/Teck (see also Söll 1956, 381).

A layer about 8 cm thick with fucoids is situated between the Raricostatenton and the Numismalismergel (sensu Quenstedt 1843, 540).

The subdivision of the *raricostatum* Zone, as used in Britain according to Dean et al. 1961, into the Subzones of *Crucilobiceras densinodulum* Buckman, *Echioceras raricostatum* (Zieten) (= Subzone of *Echioceras raricostatoides* Vadasz, according to Getty 1973, 3, fig. 1), *Leptechioceras macdonnelli* (Portlock), and *Paltechioceras aplanatum* (Hyatt) is also applicable for the biostratigraphy of the upper Sinemurian in Germany.

According to Hoffmann (1964, 141), there is a non-sequence representing the *macdonnelli* and *aplanatum* Subzones along the Middle Swabian Alb. A remarkable footnote is given by Hoffmann (1964, 141) mentioning a record of *Euechioceras* aff. *nobile* Trueman & Williams from Betzgenriet (near Pliensbach) found in layers which are referable to the *taylori* Subzone. According to Getty (1973, 20) the genus *Euechioceras* is to regard as a junior synonym of *Paltechioceras*. In the same paper the vertical range of *Paltechioceras* in Britain is shown on table 1 from the uppermost part of the *raricostatoides* Subzone to the *aplanatum* Subzone inclusive. Therefore the existence of a non-sequence and the possible range of it in the region of Pliensbach is questioned here.

In the Franconian Alb, ZEISS (1965, 47) has recognized the *macdonnelli* and *aplanatum* Subzones for the first time.

HOFFMANN (1964, 139) has pointed out the existence of the two subzones in the section of Aselfingen (South Baden).

In the stratotype of the Pliensbachian the *raricostatum* Zone is represented by a series of dark clays about 90 cm thick. The base of this sequence corresponds with the so-called "rauhe Mergellage IV" (see SÖLL 1956, 371, 380 f.). In this only a few centimeters thick layer fragments of bivalves and crinoids are enriched. The ammonites of the genus *Echioceras* are crushed, but appear in this bed for the first time. *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) (see the designated neotype of this species in GETTY 1973, 13, pl. 1, fig. 7), *Echioceras raricostatoides* VADASZ, and *Crucilobiceras densinodum* (QU.) are referable to the *raricostatum* Zone. A distinction between the *raricostatoides* and the *densinodulum* Subzones is impossible, because there is an assemblage of the index species of both subzones in Pliensbach (see also HOFFMANN 1964, 141). Therefore the designation of a *raricostatoides — densinodum* Subzone is indicated herein, based on the ammonites *Echioceras raricostatoides* VADASZ and *Crucilobiceras densinodum* (QU.) (common in SW Germany).

The upper limit of the dark clays, represented by the thin marl layer with fucoids, is not fossiliferous. There is only one ammonite record of a questionable *Hemimicroceras* from it. This record indicates *raricostatum* Zone (Staatl. Mus. f. Naturk., Stuttgart, no. 23197).

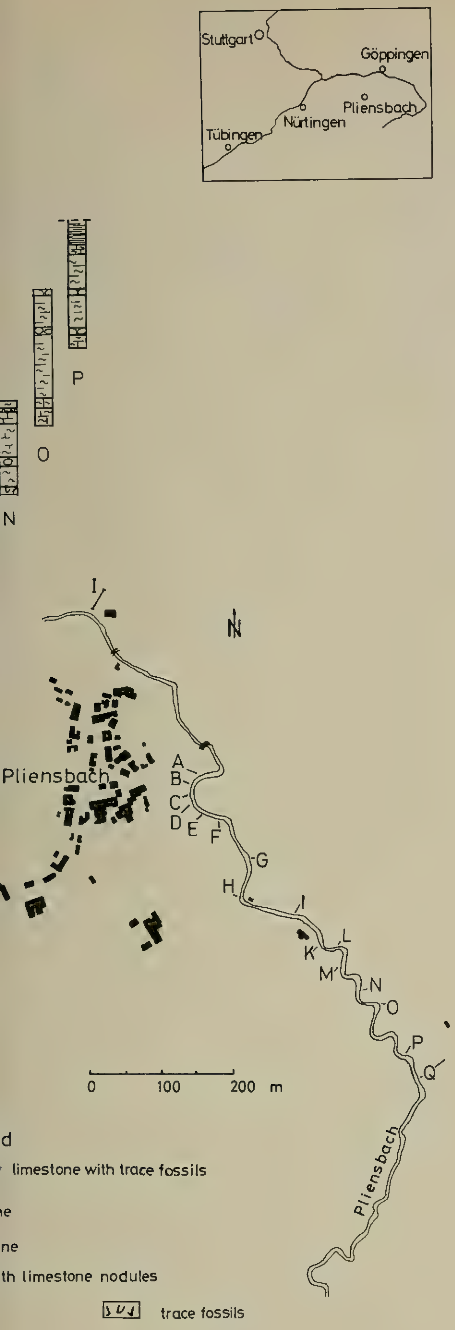
Apoderoceras nodogigas (QU.) (see also Pl. 1, fig. 1 a, b), a significant index species of the *taylori* Subzone (see also DEAN et al. 1961, 463), recognized only about 15 cm above the (?) *Hemimicroceras*, marks the beginning of the lower Pliensbachian (*taylori* Subzone) (see fig. 3, section I).

3.2.3. The *jamesoni* Zone

The zone is here used in the sense of OPPEL (1856, 238). According to OPPEL's definition it comprises beds from the *taylori* Subzone to the *masseanum* Subzone inclusive. In the stratotype *Uptonia jamesoni* (SOW.) persists into the beds of *Tropidoceras masseanum* (D'ORB.) in contrast to the situation in Britain, where the beds of *Uptonia jamesoni* (SOW.) and its allies and the beds of *Tropidoceras masseanum* (D'ORB.) are strictly separated (DEAN et al. 1964, 464).

In the publication of GEYER (1964) a record of *Tropidoceras* is not mentioned. Therefore the *masseanum* Subzone is included into the uppermost part of the *jamesoni* Zone (see figs. 3, 4, and tab. 1). About the range and the occurrence of the index species of the *jamesoni* Zone a detailed note is given in the subzone concerned.

Based on the distribution of the belemnites and ammonites in the Belemnite Marls of the Dorset coast (according to LANG 1928; 1936), PALMER (1972, 52) proposed to recognize a *polymorphus* Zone (characterized by *Polymorphites* and *Platypleuroceras)* between the *raricostatum* Zone (sensu DEAN et al. 1961) and a reduced *jamesoni* Zone. After examining the LANG-Collection in the British Museum by the author the necessity of such a change in the biostratigraphic scheme (sensu DEAN et al. 1961) depends on a revision of the fauna collected by LANG.


Stuttgart
Göppingen
Pliensbach
Nürtingen
Tübingen
N
O
P
I
N
Pliensbach
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Q
Pliensbach
0
100
200 m
d
limestone with trace fossils
ne
ne
th limestone nodules
trace fossils

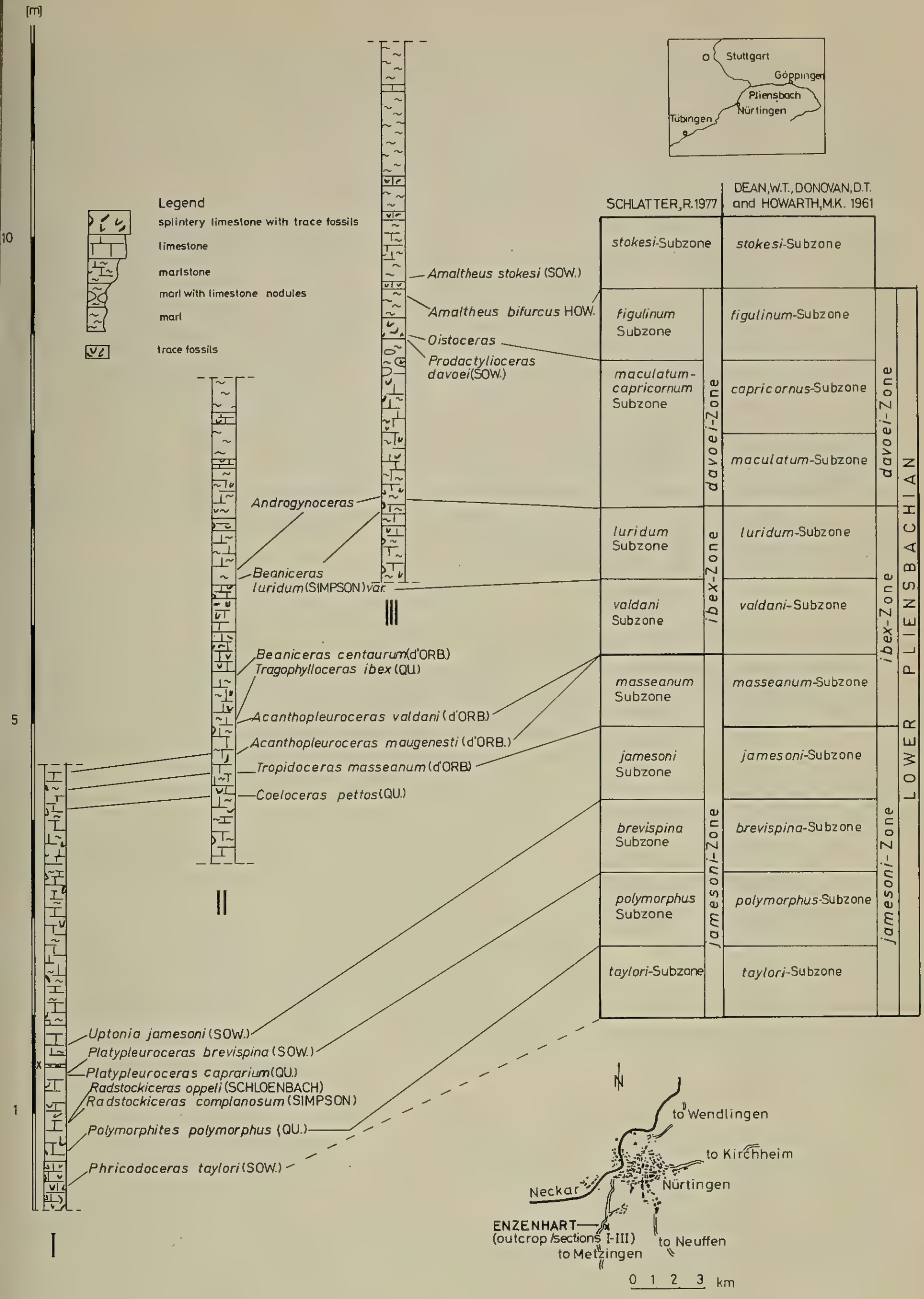

[m]
10
5
1
Legend
splintery limestone with trace fossils
limestone
marlstone
marl with limestone nodules
marl
trace fossils
I
II
III
Amaltheus stokesi (SOW.)
Amaltheus bifurcus HOW.
Oistoceras
Prodactylioceras davoei (SOW.)
Androgynoceras
Beaniceras luridum (SIMPSON) var.
Beaniceras centaurum (d'ORB.)
Tragophylloceras ibex (QU.)
Acanthopleuroceras valdani (d'ORB.)
Acanthopleuroceras maugenesti (d'ORB.)
Tropidoceras masseanum (d'ORB.)
Coeloceras pettos (QU.)
Uptonia jamesoni (SOW.)
Platypleuroceras brevispina (SOW.)
Platypleuroceras caprarium (QU.)
Radstockiceras oppeli (SCHLOENBACH)
Radstockiceras complanosum (SIMPSON)
Polymorphites polymorphus (QU.)
Phricodoceras taylori (SOW.)
Stuttgart
Göppingen
Pliensbach
Nürtingen
Tübingen
SCHLATTER, R. 1977
DEAN, W.T., DONOVAN, D.T. and HOWARTH, M.K. 1961
stokesi-Subzone
stokesi-Subzone
figulinum Subzone
figulinum-Subzone
maculatum-capricornum Subzone
capricornus-Subzone
maculatum-Subzone
davoei-Zone
davoei-Zone
luridum Subzone
luridum-Subzone
valdani Subzone
valdani-Subzone
ibex-Zone
ibex-Zone
masseanum Subzone
masseanum-Subzone
jamesoni Subzone
jamesoni-Subzone
brevispina Subzone
brevispina-Subzone
polymorphus Subzone
polymorphus-Subzone
taylori-Subzone
taylori-Subzone
jamesoni-Zone
jamesoni-Zone
LOWER PLIENSBACHIAN
N
to Wendlingen
to Kirchheim
Nürtingen
Neckar
ENZENHART
(outcrop /sections I-III)
to Neuffen
to Metzingen
0 1 2 3 km

Fig. 4. Sections within the lower Pliensbachian at Nürtingen. The limit upper Sinemurian / lower Pliensbachian is situated about 1,5 m below the base of section I.

The *taylori* Subzone

Geyer (1964, 164) has proposed to raise the *taylori* Subzone (sensu Dean et al. 1961, 462) to the rank of a zone, because *Uptonia* occurs later than *Phricodoceras*. For reasons discussed below (see *jamesoni* Subzone) there is a considerable interval between the *taylori* and the *jamesoni* Subzones, and therefore it is not necessary to establish a separate zone of *Phricodoceras taylori* (Sow.).

In the middle part of the Cymbiumbank, only a few centimeters above the lithologic change Schwarzer Jura β/γ, *Apoderoceras nodogigas* (Qu.) appears (see pl. 1, fig. 1 a, b; figs. 1, 3).

In this relation the following note is remarkable. The term Armatusbett, defined by Oppel (1856, 237, 239), who used it for the basal bed of the Pliensbachian, but pointed out that the usage depends on the correct identification of Sowerby's *Ammonites armatus*, was rejected by Spath (1942). The "*Ammonites armatus*" (sensu Oppel 1856) belongs to the genus *Apoderoceras* (*nodogigas* group) in the Eoderoceratids (according to Spath 1942; Dean et al. 1961, 459).

The genus *Apoderoceras* is characteristic of the lower part of the *taylori* Subzone of the stratotype. An assemblage of *Apoderoceras* (*nodogigas* group) and *Phricodoceras* cannot be observed at Pliensbach.

In the upper part of the *taylori* Subzone the index species appears (see pl. 1, fig. 2 a, b).

The vertical range of *Phricodoceras taylori* (Sow.) is reduced to only about 30 cm at the stratotype. The vertical range of about 1 m, as stated by Geyer (1964, fig. 2), is not confirmed. In Bertsch (1878, 51), Quenstedt (1884, 200), and Rapp (1931, 11) the very limited vertical range of *Phricodoceras* is emphasized too. The appearance of *Radstockiceras complanosum* (Simpson) before the first occurrence of *Phricodoceras taylori* (Sow.) (as stated by Geyer 1964, fig. 2) is in contrast to the observations of the author (see *polymorphus* Subzone).

In the condensed succession of Aselfingen (South Baden) Hoffmann (1964, 139) recorded *Apoderoceras nodogigas* (Qu.) and only a few centimeters above *Metoxynoticeras oppeli* (Schloenbach). Both ammonites appear in a splintery, grey, partly phosphoritic limestone of about 30—40 cm thickness. The remarkable occurrence of *Phricodoceras taylori* (Sow.) in layers referable to the *ibex* Zone, as mentioned by Futterer (1893, 285, 289, 323) from Östringen (Langenbrückener Senke, south of Heidelberg), is not confirmed in the type area.

The *polymorphus* Subzone

A "*polymorphus* horizon" introduced by Spath (1923, 9) and later abandoned (1942) has been defined as a subzone by Dean et al. (1961, 463). The first occurrence of the genus *Radstockiceras* (= *Metoxynoticeras*) can be recognized directly above the bed with *Phricodoceras taylori* (Sow.) in Pliensbach and Nürtingen (see pl. 1, fig. 4; figs 3, 4). The index species *Polymorphites polymorphus* (Qu.) (see pl. 1, fig. 3 a, b) (according to the lectotype designated by Donovan & Forsey 1973, 11) appears in the same horizon as *Radstockiceras* in both sections.

The other varieties of the genus *Polymorphites*, listed and figured by Quenstedt (1849, pl. 4, fig. 1—13), appear in the upper part of the *polymorphus* Subzone and are very common in the middle part of the *brevispina* Subzone. *Platypleuroceras ca-*

prarium (Qu.) (see pl. 2, fig. 1 a, b) is referable to the higher beds of the *polymorphus* Subzone (SPATH 1926, 47; DEAN et al. 1961, 463).

The stratigraphic horizon of *Platypleuroceras caprarium* (Qu.) can be fixed by only a few specimens of Nürtingen (section I). A questionable outer whorl was found in a corresponding horizon at the stratotype (Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23198). *Platypleuroceras caprarium* (Qu.) seems to be rare in SW Germany (QUENSTEDT 1858, 131). This is confirmed by examining the collections at Tübingen, Karlsruhe, Heidelberg, Munich.

In the intervall between the *taylori-* and *polymorphus* Subzones the genera *Epideroceras, Hyperderoceras, Microderoceras,* and (?) *Coeloderoceras* appear as rarities. In this transition the first Liparoceratids, such as *Liparoceras (Parinodiceras) reineckii* (Qu.) (Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23199), occur in Pliensbach. Based on this record the stratigraphic horizon of this species can be fixed accurately for the first time in Baden-Württemberg (see also SPATH 1938, 34, 81).

The great development of *Tragophylloceras numismale* (Qu.) in the *polymorphus* Subzone is noteworthy. In Nürtingen *Tragophylloceras numismale* (Qu.) represents about two thirds of the ammonite fauna collected in the sequence between the first appearance of *Radstockiceras* and the beginning of the *brevispina* Subzone, marked by the occurrence of *Platypleuroceras brevispina* (Sow.) (see also HOWARTH & DONOVAN 1964, 293, fig. 2). In this connection it is remarkable that there is no lithologic change in this layers containing the numerous Phylloceratids.

In a study about the Lias of the Langenbrückener Senke (section Zeutern, south of Heidelberg) HOFFMANN (1935, 71) distinguished in a corresponding horizon a "Zone des *Tragophylloceras heterophyllus numismale* (Qu.)". This proposed Zone is represented by a marl sequence of 1.40 m, situated below beds representing the *jamesoni* Zone [Zone der *Dumortieria jamesoni* (Sow.)].

The top of the *polymorphus* Subzone is marked by the occurrence of diverse species of *Crucilobiceras* [above all *Crucilobiceras submuticum* (OPPEL) and its allies].

The *brevispina* Subzone

The identification of the index species *Platypleuroceras brevispina* (Sow.) is doubtful because the holotype represents only a fragmentary outer whorl (examined by the author). Therefore this species cannot be properly interpreted.

Regarding this fact it is very difficult to identify a corresponding specimen in the collected material from Pliensbach and Nürtingen. The figured specimen on pl. 2, fig. 2 a, b, and an additional specimen (Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23293) from the same bed agree not only well with SOWERBY's type figure, but also with the specimen figured in QUENSTEDT (1885, pl. 33, fig. 6).

Further significant indications about *Platypleuroceras brevispina* (Sow.) and *Platypleuroceras caprarium* (Qu.) are given by QUENSTEDT (1885, 261, pl. 33, fig. 6) and SCHINDEWOLF (1962, 528, fig. 116).

The large number of ammonites described as "*Ammonites natrix rotundus*" and "*Ammonites natrix oblungus*" by QUENSTEDT (1885) show partly a more complicated suture and differ in the whorl-section and the ribbing. In the more recent geological literature this questionable group of ammonites is listed often under the genus *Crucilobiceras* (BREMER 1965; HOFFMANN 1973, 3). A more detailed account about the state of this heterogenous group is in preparation and will be not treated in this preliminary paper.

The genus *Platypleuroceras* is not abundant in the lower Pliensbachian of the type area. In Nürtingen *Platypleuroceras brevispina* (Sow.) occurs in association with *Crucilobiceras submuticum* (Oppel) (see pl. 2, fig. 3 a, b) and *Crucilobiceras rotundum* (Qu.) (see pl. 2, fig. 4 a, b) and its allies. The determination of the genus of both species is based on the revised nomenclature in "Ammoniten des Schwäbischen Jura. I Schwarzer Jura; Quenstedt 1882—1885" proposed by Hoffmann (1973, 3).

About in the middle part of the subzone a very fossiliferous bed (5 ± 2 cm thick) is found in Pliensbach and Nürtingen (see fig. 3, 4; the bed is marked by a x-sign). The ammonite fauna is characterized by a large number of *Polymorphites*, such as *Polymorphites lineatus* (Qu.) and *Polymorphites mixtus* (Qu.). Contrary to Geyer (1964, fig. 2) *Platypleuroceras brevispina* (Sow.) does not reach into the beds of *Uptonia* in Pliensbach and Nürtingen.

The *brevispina* Subzone includes a part of the "Natrices-Stufe" in the sense of Quenstedt (1884, 200) (see tab. 1). With the beginning of the *brevispina* Subzone the following genera disappear: *Epideroceras*, *Hyperderoceras*, and *Microderoceras*.

The *jamesoni* Subzone

The base of the subzone is marked by the appearance of the genus *Uptonia*. The identification of the index species *Uptonia jamesoni* (Sow.) is very problematic, according to Sowerby 1827, pl. 555, fig. 1 (see also Quenstedt 1858, 125).

The neotype proposed by Donovan & Forsey (1973, 13, pl. 4, fig. 3 a, b) corresponds well in the whorl-section with the type figure, except of having a finer ribbing (the original of the neotype has been examined by the author). The determination herein has been made according to the proposed neotype. The presence of identical rib-densities on two successive whorls, corresponding to the type figure in Sowerby, is confirmed by only a few specimens from Nürtingen, but some of these differ in having a more ore less rounded whorl section (cf. Quenstedt 1885, pl. 34, figs. 1—3). This type of *Uptonia* (Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23200) represents the first occurence of this genus in Nürtingen and marks the base of the *jamesoni* Subzone. The base is only a few centimeters above the fossiliferous bed containing the rich *Polymorphites* fauna (see *brevispina* Subzone).

A corresponding situation has been observed at the stratotype.

The appearance of *Uptonia jamesoni* (Sow.) and its allies, as stated by Rapp (1931, 58, section Nürtingen) and Geyer (1964, fig. 2, section Pliensbach) in association with *Acanthopleuroceras maugenesti* (d'Orb.), is not confirmed. Quenstedt (1858, 125; 1885, 252) emphasized the more reduced vertical range of *Uptonia* and used this fact against Oppel's definition of the Jamesonibett. In 1884 Quenstedt (p. 200) introduced a "Stufe des *Ammonites jamesoni*" situated above the Natrices Stufe (see tab. 1). The occurrence of *Ammonites jamesoni* Sow. within the "Zwischenkalke" γ/δ, as observed by Quenstedt (1884, 200) and Bertsch (1878, 39; only in the "Davoeibank"), must be a confusion with the genus *Oistoceras* looking like an *Uptonia* on the external side.

The different forms of *Uptonia,* recognized in Pliensbach and Nürtingen, show a great variability in the density of ribbing and in the whorl-section. The change from finer to coarser ribbed specimens is documented in a large number of transition stages. A study of evolutional trends in these forms is in preparation by the author.

In the upper part of the *jamesoni* Subzone the genus *Uptonia* is very common (see pl. 3, fig. 1 a, b). In the section of reduced thickness at Pliensbach this fact is conspicuous.

The great vertical range of *Uptonia* in the stratotype, as recognized by GEYER (1964, fig. 2), is in contrast to my results. The later appearance of *Uptonia,* as observed by the author, transferred into the scheme of GEYER (1964, fig. 2) would constitute a non-defined interval between the *taylori* and the *jamesoni* Zones (sensu GEYER). There is thus no reason for defining a separate *taylori* Zone. In the same way the author should have to define a *polymorphus* and a *brevispina* Zone according to the considerations for defining the *taylori* Zone by GEYER. Moreover the use of stratigraphic terms like this would mean an unnecessary change of the well documented biostratigraphic scheme of DEAN et al. 1961.

A noteworthy horizon can be fixed in the uppermost part of the *jamesoni* Subzone containing a large number of *Coeloceras pettos* (Qu.) and its allies, such as *Coeloceras pettos grenouillouxi* (D'ORB.), (?) *Coeloceras pettos planula* (Qu.), and as rarity *Coeloceras pettos pinguecostatum* BREMER. This remarkable bed can be fixed about 20 cm in Pliensbach and about 40 cm in Nürtingen below the beds characterized by the first appearance of the genus *Tropidoceras.* The vertical range of *Coeloceras pettos* (Qu.) corresponds to a marl sequence of about 15 cm at both localities. In the upper *ibex* and *davoei* Zones the occurrence of *Coeloceras* and forms of the Eoderoceratids and Polymorphitids could not be ascertained.

BEURLEN (1924) recorded a few of these forms of the upper Pliensbachian as rarities.

The observation of this reduced vertical range of *Coeloceras pettos* (Qu.) and its allies in Pliensbach and Nürtingen stands in contrast to the records made by GEYER (1964, fig. 2), but agrees to the results obtained by THOMPSON (1899, 75) and LANG (1928, 192) in the British succession.

The genus *Polymorphites* is less abundant in the *jamesoni* Subzone than in the *brevispina* Subzone.

The assemblage of the following ammonites within the *jamesoni* Zone listed by RAPP (1931, 57 f.) and GEYER (1964, fig. 2) is questioned:

Acanthopleuroceras valdani (D'ORB.)
Acanthopleuroceras maugenesti (D'ORB.)
Acanthopleuroceras natrix (ZIETEN)? non SCHLOTHEIM

The holotype of "*Ammonites natrix* SCHLOTHEIM (?)" (*in:* ZIETEN 1830, 5, pl. 4, fig. 5) can no longer be found (according to GETTY 1970, 105, and vain attempts by the author). A specimen corresponding to the type figure could not be found in Pliensbach and Nürtingen. The broad and blunt venter of the type figure represents the most conspicuous feature. According to GETTY (1970, 106) and the author, an objective base for interpreting the species is impossible.

Especially at the beginning of this century many authors considered the type figure in ZIETEN ("*Ammonites natrix* SCHLOTHEIM (?)"; pl. 4, fig. 5) as a synonym to the group of ammonites such as *Ammonites natrix rotundus* (Qu.) and *Ammonites* *natrix oblungus* (Qu.) (QUENSTEDT 1849, pl. 4, fig. 16, 17). This confusion and the uncertainty of the interpretation of "*Ammonites natrix* SCHLOTHEIM (?)" (sensu ZIETEN) is treated more in detail by BREMER (1965, 185 f., 191) and GETTY (1970, 105 f.; 1973, 13).

The *masseanum* Subzone

For reasons discussed in the introduction to the *jamesoni* Zone, the *masseanum* Subzone (sensu DEAN et al. 1961, 464) is included into the *jamesoni* Zone herein.

At the type locality the index species *Tropidoceras masseanum* (D'ORB.) (see pl. 3, fig. 2 a, b) and its allies appear before the extinction of *Uptonia*. OPPEL (1853, 41; 1856, 238, 281) signified *Tropidoceras masseanum* (D'ORB.) as a typical ammonite of his Jamesonibett.

In Pliensbach and Nürtingen *Tropidoceras* persists into the beds with *Acanthopleuroceras valdani* (D'ORB.). In the transition *jamesoni/masseanum* Subzone *Tragophylloceras undulatum* (SMITH) appears (see also HOWARTH & DONOVAN 1964, 297 f.).

Basing on the sections of Pliensbach and Nürtingen the vertical range of *Tropidoceras* is fixed for the first time.

3.2.4. The *ibex* Zone

The sequence of layers representing the *ibex* Zone has been studied more in detail in the section of Nürtingen. The index species *Tragophylloceras ibex* (Qu.) (see pl. 3, fig. 3 a, b) is more abundant in Nürtingen than at the type locality. The vertical range is restricted to a marl sequence of about 20 cm at Nürtingen and in Pliensbach it is even more reduced. RAPP (1931, 58) listed no specimens from Nürtingen.

The *ibex* Zone is characterized by the appearance of the genus *Acanthopleuroceras*, too. An assemblage of the genus *Tropidoceras* and *Acanthopleuroceras* can be observed in both localities. *Tropidoceras* appears as a rarity in these higher beds. This overlapping has been observed and fixed accurately in Nürtingen only.

The record of *Acanthopleuroceras maugenesti* (D'ORB.) in the same horizon where *Uptonia* occurs for the first time (as mentioned in GEYER 1964, fig. 2, section Pliensbach) is very questionable.

The valdani Subzone (= *binotatum* Subzone sensu GETTY 1970)

According to the definition in DEAN et al. (1961, 465), *Acanthopleuroceras* is characteristic of the *valdani* Subzone. In Nürtingen and Pliensbach the beginning of the subzone is marked by the appearance of *Acanthopleuroceras maugenesti* (D'ORB.) and its allies, such as *Acanthopleuroceras arietiforme* (OPPEL). The bed with these ammonites can be distinguished from a higher sequence of marls signified by the first occurrence of *Acanthopleuroceras valdani* (D'ORB.) [= *Acanthopleuroceras binotatum* (OPPEL) according to GETTY 1970, 108] (see pl. 4, fig. 1 a, b). In the transition part *Tragophylloceras ibex* (Qu.) appears as rarity, but in the higher bed with *Acanthopleuroceras valdani* (D'ORB.) it is more common.

The species *Beaniceras centaurus* (d'Orb.) is identified in the same horizon where *Acanthopleuroceras valdani* (d'Orb.) occurs (see pl. 4, fig. 2 a—c).

The subdivision of the *ibex* Zone into a "*maugenesti, actaeon*, and *centaurus* horizon" proposed by Spath (1923, 9) is questionable. *Tropidoceras actaeon* (d'Orb.) may represent an undeterminable inner whorl. Forms corresponding to the text-figure (d'Orbigny 1842, pl. 61, fig. 1—3) have been found too in the *masseanum* Subzone in Nürtingen. The species *Beaniceras centaurus* (d'Orb.) survives into higher beds than *Acanthopleuroceras valdani* (d'Orb.).

In the upper half of the *valdani* Subzone species of *Liparoceras* occur, such as *Liparoceras zieteni* (Qu.) and *Liparoceras bronni* Spath.

The *luridum* Subzone

An undeterminable variation of the index species *Beaniceras luridum* (Simpson) has been recorded from the section of Nürtingen for the first time. Based on this record it is given the first proof of the *luridum* Subzone in Baden-Württemberg. The specimen (figured herein, pl. 4, fig. 3) corresponds well with the listed specimen from the Dorset Coast (bed 121) by Spath (1938, 102; B.M.C. 39159, J. Francis Coll. 1927). The original of Spath has been examined by the author in the British Museum (Natural History). On the original label this ammonite is determined as *Beaniceras luridum* (Simpson) by Spath.

In Nürtingen two beds of *Beaniceras* can be distinguished. The lower one belongs to the higher part of the *valdani* Subzone (see above). It contains mainly a large number of *Beaniceras centaurus* (d'Orb.). Less abundant are species such as *Beaniceras costatum* S. Buckman and *Beaniceras rotundum* S. Buckman. About half a meter above *Beaniceras centaurus* (d'Orb.) can no longer be found.

This level is poor in ammonites but contains forms which belong to the *luridum* group. A more detailed accout about the ammonite succession in these beds is in preparation.

According to the determination by Zeiss (1965, 47) of the "*Ophioceras* cfr. *raricostatum* (Ziet.) Qu." listed in Krumbeck (1932, 89) as *Beaniceras luridum* (Simpson), it is given an identification of the *luridum* Subzone in the Franconian Alb.

The supposed assemblage of *Tragophylloceras ibex* (Qu.) with *Androgynoceras maculatum* (Young & Bird) (see Geyer 1964, 164) is not confirmed in both sections.

The species *Tragophylloceras loscombi* (Sow.) characteristic of the uppermost part of the *ibex* Zone in the British succession (Dean et al. 1961, 466; Donovan & Howarth 1964, 293, 301 f.) is absent in Pliensbach and Nürtingen and has been never recorded and figured from Baden-Württemberg so far. A large number of "*Tragophylloceras loscombi* (Sow.)" listed and figured in the geological literature of SW Germany corresponds with the similar *Tragophylloceras undulatum* (Smith) (e.g. Futterer 1893, 302 f., pl. 8, figs. 5—8) which is common and widely distributed in in Baden-Württemberg.

3.2.5. The *davoei* Zone

The index species *Prodactylioceras davoei* (Sow.) (see pl. 4, fig. 4) occurs in a very characteristic limestone, indicated as "Davoeibank" by Rapp (1931) and Gottlieb (1955, fig. 5). This splintery compact limestone of a light colour with dark spots representing trace fossils is a good reference point for the geologist in the field.

In accord to the observations made by Rapp (1931, 57; section Nürtingen only) and in contrast to Gottlieb (1955, 29; section Pliensbach) the index species has been only found in the layer no. 25 (sensu Gottlieb). Mainly the upper third of the Numismalismergel is built up by a sequence of compact limestones and marls. Therefore it is possible to compare the sections in Rapp (1931; section Nürtingen), Gottlieb (1955; section Pliensbach), and Geyer (1964, fig. 2; section Pliensbach). This possibility is not given in generalized sections, e. g. representations like tab. 1, 2 in Rapp (1931) and in Geyer (in Geyer & Gwinner 1962, fig. 10). In the publications of Gottlieb (1955, fig. 5) and Geyer (1964, fig. 2) the Davoeibank of the stratotype has been figured twice (corresponding remarks, see 3.2.6).

The *maculatum-capricornus* Subzone

The preservation of the fossils in the layers representing the *davoei* Zone is very bad in the type area. Only fragments of the ammonites are preserved in the compact and splintery limestone. If the venter is visible the two genera *Androgynoceras* and *Oistoceras* can be recognized. Therefore the base of the *maculatum-capricornus* Subzone is defined herein by the first appearance of the genus *Androgynoceras*.

It is remarkable that Spath (1938) listed *Androgynoceras maculatum* (Y. & B.) from Nürtingen and Göppingen (on p. 132, 133) and *Androgynoceras capricornus* (Schlotheim) from Pliensbach and Göppingen. The two figured *Androgynoceras* (pl. 4, fig. 5 a, b and 6 a, b) indicate the *maculatum* and *capricornus* Subzones, as proposed by Dean et al. (1961, 466 f.) for the British succession. But in the type area the limit between the two subzones cannot be fixed, because there are intervals of marls and indurated marls which contain a lot of crushed indeterminable ammonites of the genus *Androgynoceras* s. l.. The specimens of *Androgynoceras* mentioned by Spath (see above) descend from the compact limestone (examined by the author).

The *figulinum* Subzone

In the sections of Pliensbach and Nürtingen the genus *Oistoceras* appears in association with *Prodactylioceras davoei* (Sow.). According to the definition in Dean et al. (1961, 468), the base of the *figulinum* Subzone is marked by the appearance of the genus *Oistoceras*. The species *Oistoceras figulinum* (Simpson), well-known in the uppermost part of the *davoei* Zone in Britain, seems to be replaced by *Oistoceras angulatum(* (Qu.) (see pl. 4, fig. 7 a, b) in Baden-Württemberg. *Oistoceras figulinum* (Simpson) has been never recorded or figured from SW Germany so far. Jordan (1960, 122) mentioned a record of "*Oistoceras figulinum?*" from the section at Aselfingen (South Baden).

The occurrence of *Androgynoceras* s. str. in beds with *Oistoceras*, as recognized by Mouterde (1953, 409) from the northern side of the Massif Central and Spath (1956, 145) from Gloucester and Lincolnshire, cannot be confirmed in Pliensbach and Nürtingen. But it must pointed out that this statement includes an uncertainty factor depending on the bad preservation of the ammonites in the type area of the Pliensbachian.

The species *Becheiceras bechei* (Sow.) occurs in the beds with *Prodactylioceras davoei* (Sow.), but it has been recognized in higher beds too representing the *margaritatus* Zone. According to Spath (1956, 145), the less stratigraphic value of this species in Britain is also confirmed in the type area.

Tab. 1. Comparison of subdivisions of the Numismalismergel in Baden-Württemberg.

Subdivision sensu QUENSTEDT and their usage by later authors

QUENSTEDT 1843	OPPEL 1853	PFIZENMAYER & QUENSTEDT 1853	QUENSTEDT 1858	BERTSCH 1876/1878 Section Hinterweiler (region of Balingen)	QUENSTEDT 1884; 1885	RAPP 1931 Middle Swabian Alb	GOTTLIEB 1955 Sections Pliensbach and Kirchheim
Amaltheenthone [clays with Amaltheids] = Schwarzer Jura δ	Eigentliche **Amaltheenthone** [clays with Amaltheids] Hellblaue Thone, dazwischen die **Lineatenbank** [light blue clays with the intermediate "Lineaten" bench]	Eigentliche **Amaltheenthone** [clays with Amaltheids] Region des *Ammonites lineatus* [sequence with *Ammonites lineatus*]	**Amaltheenthon** [clays with Amaltheids] **Zwischenkalke** (γ/δ) [intermediate limestones between γ/δ]		**Region der Lineaten** (with a reference note to the publication of 1853) **Zwischenlager** (γ/δ) [transition intervall γ/δ]	**Amaltheenbank** [bench with Amaltheids] **Übergangshorizont** γ/δ (sensu QUENSTEDT 1858; 1885)	Both sections Pliensbach and Kirchheim have been subdivided into 25 benches by GOTTLIEB. The list of ammonites (p. 28 f.) is unsufficient to give an interpretation of the biostratigraphy in the type area.
Numismalismergel [numismalis marls] = **Schwarzer Jura** γ or: Region der Steinmergel [sequence of marlstones] or: Grauschäckiger Steinmergel mit *Terebratula numismalis* [spotted marlstone with *Terebratula numismalis*]	**Upper Lias** γ Region des *Ammonites davoei* (the top is characterized by the appearance of *Inoceramus nobilis* (GOLDFUSS)) Muscheln verkalkt [the fossils are preserved as calcareous casts]	**Davoei Kalke** [*davoei* limestones]	**Davoeikalk** [*davoei* limestone] Dunkel gefleckte Kalkbänke [dark spotted limestones]	**Upper** γ Obergrenze, Bank mit *Inoceramus nobilis* (GOLDFUSS) [top, indicated by a bench with *Inoceramus nobilis*] **Davöibänke** or **Davöiregion** [*davoei* benches]	Four geomorphologic „**Treppen**" (QUENSTEDT 1884, 200): Vierte Treppe: *Ammonites davoei*	**Upper** γ Fleckenkalkbänke A—D [spotted limestone benches A—D]	**Upper** γ benches 17—25 (no. 25 = "**Davoeibank**")
	Middle Lias γ Region der verkiesten Ammoniten [sequence with pyritized ammonites]	Region der verkiesten Ammoniten [sequence with pyritized ammonites]	Rostige Kalkmergel [rusty marls stones] include: Subangularen- and Basaltiformenbank (named after crinoids).	**Middle** γ Auftreten der verkiesten Ammoniten or: Region der verkiesten Ammoniten [sequence with pyritized ammonites]	Dritte Treppe: *Ammonites jamesoni* Zweite Treppe: Natrices Erste Treppe: *Ammonites taylori*	**Middle** γ spotted limestone benches III—a; 4 i. e. 3 benches depends on the inclusion of bench a.	**Middle** γ benches 6—16
	Lower Lias γ Hauptregion der *Gryphaea cymbium* (this part of the section is characterized by the large number of *Gryphaea cymbium*) Muscheln verkalkt [the fossils are preserved as calcareous casts]	**Cymbienbank** [cymbium bench] (named after Gryphaea cymbium)	**Spiriferinenbank** [bench with Spiriferids] ("*Spiriferina verrucosus*") *Gryphaea cymbium* is mentioned as a characteristic fossil of the transition Schwarzer Jura β/γ. The term „**Cymbiumbank**" is used again in the following works (QUENSTEDT 1867; 1885)	**Lower** γ **Gryphaeenbank** [bench with Gryphaea] The top of the lower γ is defined by the disappearance of *Gryphaea cymbium*	**Cymbiumbank** mit *Ammonites armatus nodogigas* QU. [bench with *Gryphaea cymbium* and *Amm. armatus nodogigas*] Cymbiumbank + 4 «Treppen» = 5 "**Abtheilungen**" (QUENSTEDT 1884, 200)	**Lower** γ Kalkbank I, Fleckenkalkbank II und III. [limestone bench I, spotted limestone benches II and III]	**Lower** γ benches 1—5 (benches 1 + 2: "**Cymbium-Region**")
Turnerithone [*turneri* clays] = **Schwarzer Jura** β	**Geodenbank** mit *Amm. raricostatus* [nodules with *Amm. raricostatus*] **Turnerithone** [*turneri* clays]	**Raricostatenbank** [horizon with *Ammonites raricostatus*] (The **Turnerithone** represent the base of the Schwarzer Jura β)	**Raricostatenbank** [sequence with *Amm. raricostatus*]		**Ammonitenregion** 5 mit *Ammonites raricostatus* [Ammonite horizon no. 5, characterized by *Ammonites raricostatus*]		

Biostratigraphic subdivisions based on the zonal scheme sensu OPPEL

OPPEL 1856—1858	FUTTERER 1893 Östringen (south of Heidelberg), Langenbrückener Senke	GEYER (in: GEYER & GWINNER 1962)	GEYER 1964 Pliensbach, Type locality	SCHLATTER 1977 Pliensbach, Nürtingen (Type area)
Margaritatusbett **Unteres Margaritatusbett** = **untere Zone des Ammonites *margaritatus*** [lower zone of *Ammonites margaritatus*] (this lower zone of *Ammonites margaritatus* is situated in the upper part of the „Numismalismergel" QUENSTEDT)		**Grenzkalke** Schwarzjura Ober-γ [upper γ]		The **Schwarzer Jura** γ includes in the upper part a sequence of marls and limestones referable to the **Unteres Margaritatusbett** = lower *margaritatus* Zone sensu OPPEL (1856, 251). *stokesi* Subzone
Davöibett **Zone des Ammonites davöi** [Zone of *Ammonites davoei*]	**Davoeischichten** [*davoei* beds]	**Zone des *Prodactylioceras* davoei** (SOW.) [*davoei* Zone]	**Zone des *Prodactylioceras* davoei** (SOW.) [*davoei* Zone]	[illegible] Subzone
Ibexbett **Zone des Ammonites ibex** [Zone of *Ammonites ibex*]	**Ibexschichten** [*ibex* beds] or: Zone of *Ammonites binotatus* OPPEL proposed as synonym, because *Phylloceras ibex* occurs as rarity at Östringen.	**Zone des *Tragophylloceras* ibex** (QU.) [*ibex* Zone]	**Zone des *Tragophylloceras* ibex** (QU.) [*ibex* Zone]	*ibex* **Zone** *luridum* Subzone *valdani* Subzone
Jamesonibett **Zone des Ammonites jamesoni** [Zone of *Ammonites jamesoni*] (?) Armatusbett [? bed with SOWERBY's *Ammonites armatus*] or: Untere Jamesoni-Schichten [lower *jamesoni* beds]	**Jamesonikalke** [*jamesoni* limestones] According to FUTTERER this sequence of layers corresponds with the "3. Stufe mit *Amm. jamesoni*" QUENSTEDT (1884, 200). The occurrence of *Phricodoceras taylori* (SOW.) in layers referable to the *ibex* Zone is remarkable. According to HOFFMANN (1935, 71) *Phricodoceras taylori* (SOW.) seems to be absent in the middle Lias succession of the Langenbrückener Senke (section Zeutern, near Östringen)	**Zone der *Uptonia* jamesoni** (SOW.) [*jamesoni* Zone] — at the base including the *taylori* Subzone	**Zone der *Uptonia* jamesoni** (SOW.) [*jamesoni* Zone] **Zone des *Phricodoceras* taylori** (SOW.) [*taylori* Zone] In the publication produced by GEYER & GWINNER 1968 the term *taylori* Zone (as proposed GEYER 1964; Coll. Jurassique, Luxembourg) is used as subzone again without explanation.	*jamesoni* **Zone** *masseanum* Subzone *jamesoni* Subzone *brevispina* Subzone *polymorphus* Subzone *taylori* Subzone

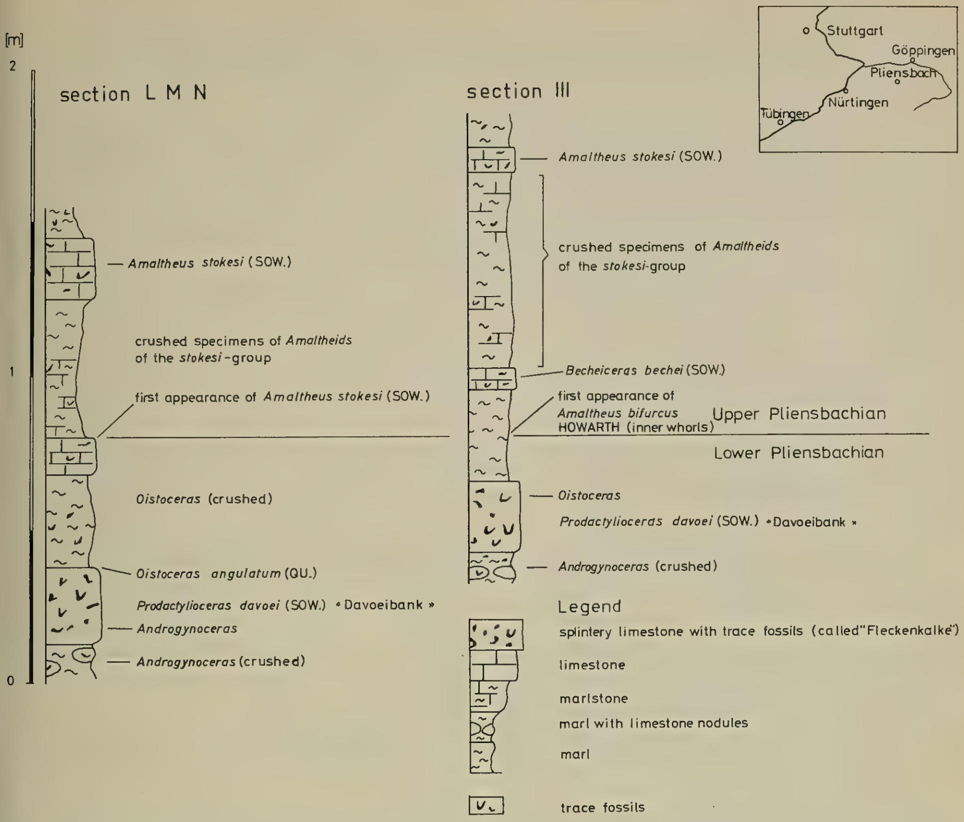

[m]
2
1
0
section L M N
— Amaltheus stokesi (SOW.)
crushed specimens of Amaltheids of the stokesi-group
first appearance of Amaltheus stokesi (SOW.)
Oistoceras (crushed)
Oistoceras angulatum (QU.)
Prodactylioceras davoei (SOW.) «Davoeibank»
Androgynoceras
Androgynoceras (crushed)
section III
Amaltheus stokesi (SOW.)
crushed specimens of Amaltheids of the stokesi-group
Becheiceras bechei (SOW.)
first appearance of Amaltheus bifurcus HOWARTH (inner whorls)
Upper Pliensbachian
Lower Pliensbachian
Oistoceras
Prodactylioceras davoei (SOW.) «Davoeibank»
Androgynoceras (crushed)
Legend
splintery limestone with trace fossils (called "Fleckenkalke")
limestone
marlstone
marl with limestone nodules
marl
trace fossils
Stuttgart
Göppingen
Pliensbach
Nürtingen
Tübingen

Fig. 5. Detailed sections representing the limit lower/upper Pliensbachian from Pliensbach (left) and Nürtingen (right).

3.2.6. The limit lower Pliensbachian/upper Pliensbachian

According to Dean et al. (1961, 469), the beginning of the *margaritatus* Zone (i. e. the basal *stokesi* Subzone) is marked by the appearance of *Amaltheus stokesi* (Sow.). The biostratigraphic situation at Pliensbach and Nürtingen is shown on text-fig. 5.

A comparison between these sections shows that the index species referable to the *stokesi* Subzone, such as *Amaltheus stokesi* (Sow.) and *Amaltheus bifurcus* Howarth, appear for the first time in different lithologic horizons. In Nürtingen and Pliensbach ammonites of the *davoei* Zone still occur in marls above the Davoeibank. Therefore it is not possible to use the so-called "Davoeibank" as limit between lower and upper Pliensbachian (see the signification in Gottlieb 1955, fig. 5, in the profile of Pliensbach and the corresponding uppermost limestone bench of the *davoei* Zone in Geyer 1964, fig. 2).

An overlapping of the highest *Oistoceras* and the first *Amaltheus* has not been observed in the type area. *Amaltheus stokesi* (Sow.) is recorded at the type locality and Nürtingen for the first time. The supposition of Geyer (1964, 166) about the existence of the *stokesi* Subzone at Pliensbach can be ascertained here.

In the condensed facies of Aselfingen (South Baden) JORDAN (1960, 121 f.) has recognized a corresponding succession of ammonites in the boundary lower/upper Pliensbachian.

The mentioned "*Amaltheus*-Form" from Kirchheim by RAPP (1931, 42, tab. 2), recognized about 70 cm below the Davoeibank and characterized by having no crenulated keel, might be a crushed *Androgynoceras* s. l., because it had been found in a marl sequence and therefore a determination is problematic.

Accurate measuring of the sequence of layers in the upper part of the lower Pliensbachian at the type locality shows a remarkable difference in comparison with the measures of the sections figured in GOTTLIEB (1955, fig. 5) and GEYER (1964, fig. 2).

Between the exposures L and M (see fig. 3) a fault is present. In consequence of this fault the benches no. 23 and 25 (GOTTLIEB 1955, fig. 5) and the two benches representing the upper half of the *davoei* Zone (see GEYER 1964, fig. 2) have to be classified as one limestone bench. The fault is proved too by the double occurrence of the following ammonite succession: *Androgynoceras* — *Oistoceras* — *Amaltheus stokesi.*

The aggregate thickness of the lower Pliensbachian at the type locality is 9 meters.

In the transition lower/upper Pliensbachian there is no lithologic change. About 3 m above this limit the facies is changing from marls and limestones into dark clays. This horizon marks the limit Schwarzer Jura γ / δ (Numismalismergel / Amaltheenthone sensu QUENSTEDT 1843, 540).

In the biostratigraphic sense the interval between the first occurrence of *Amaltheus stokesi* (Sow.) and the lithologic limit γ/δ corresponds to the "Untere Zone des *Ammonites margaritatus*" (OPPEL 1856, 237, 251):

> "*Amm. margaritatus* durchläuft also zwei Zonen, von welchen die untere noch mehr den Character der Numismalisschichten besitzt, die obere meist viel mächtigere, dagegen den Typus der eigentlichen Margaritatusschichten trägt." (OPPEL 1856, 251.)
>
> [Translated: "Thus *Amm. margaritatus* passes through two zones, the lower one still exhibiting the character of the Numismalis beds whereas the upper, mostly much thicker zone shows the type of the true Margaritatus beds".]

The limit Schwarzer Jura γ / δ corresponds to the limit lower *margaritatus* Zone / upper *margaritatus* Zone (sensu OPPEL 1856, 251). The limit lower / upper Pliensbachian is situated about 3 m below the limit γ / δ at the stratotype.

Corrigenda

Fig. 3, 4: For ,*capricornum*', read ,*capricornus*'. (,*maculatum-capricornus* Subzone')
For ,*centaurum*', read ,*centaurus*'. (,*Beaniceras centaurus* D'ORB.')

4. References

BAUHINUS, J. (1602): Badbuch: Oder Historische Beschreibung des Wunder Brunnen und Heylsamen Bads bey Boll / Das Vierdte Buch. Cap. I.: Von mancherley Steinen / darunter man ErdBech vnnd andere Sachen findet: Als Scherhoerner / Schneckenstein / Muschelstein / vnd auff andere weise formierte Steine /sampt dem Siegstein vnd Albschoss. 4, 1—56, text-illust.; Stuttgart.

BERTSCH, H. (1876): Einiges über die Cephalopoden des schwäbischen Lias γ. — Das Ausland, 49/19, 361—365; Stuttgart.

— (1878): Über die Cephalopoden des schwäbischen Lias γ, deren Aufeinanderfolge in der Schicht und ihr genetischer Zusammenhang. — Thesis Univ. Tübingen, 91 pp., 2 figs.; Tübingen.

BEURLEN, K. (1924): Über einige neue und seltene Ammoniten aus dem Lias δ des Schwäbischen Jura. — Centralbl. Mineral. Geol. u. Paläont., **1924**, 147—160, 4 figs.; Stuttgart.

BONARELLI, G. (1894): Contribuzione alla conoscenza del Giura-Lias lombardo. — Atti R. Accad. Sci. Torino, **30**, 63—78; Torino.

BREMER, H. (1965): Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie des unteren Lias (Sinemurium bis Carixium) in der Umgebung von Ankara (Türkei). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **122**, 127—221, pls. 12—16, 13 figs.; Stuttgart.

CITA, M. B. (1964): Contribution à la connaissance du Domérien-type. — *In:* Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, 173—188, 5 figs.; Luxembourg.

DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1961): The liassic ammonite zones and subzones of the north-west European province. — Bull. Brit. Mus. (Natural History), Geol., **4/10**, 435—505, pls. 63—75; London.

DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1964): Carixian Substage. — *In:* Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, 159—170; Luxembourg.

DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1964): Charmouthian Stage. — *In:* Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, 171—172; Luxembourg.

DONOVAN, D. T. & FORSEY, G. F. (1973): Systematics of lower Liassic Ammonitina. — Paleont. Contr. Univ. Kansas, **64**, 1—18, 4 pls.; Kansas.

ENGEL, TH. (1883): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 1st ed., XVII + 326 pp., 6 pls., 29 figs., 1 map.; Stuttgart (Schweizerbart).

— (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3rd ed., 645 pp., 6 pls., 265 figs., 5 suppls., 1 map.; Stuttgart (Schweizerbart).

— (1911): Geologischer Exkursionsführer durch Württemberg. 182 pp., 82 figs.; Stuttgart (Schweizerbart).

ETZOLD, A. (1975): III. Schwarzer Jura (Lias). — *In:* ETZOLD, A., HAHN, W. & KOERNER, U.: Keuper, Jura und Tertiär in Bohrungen der Planungsgemeinschaft BN-Stollen zwischen Bodensee und Neckar. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **17**, 123—129, fig. 8; Freiburg im Breisgau.

FISCHER, H. (1912): Beiträge zur Geologie von Rottweils Umgebung. — Wiss. Beil. Jber. K. Gymn. in Rottweil, **1912**, 63 pp.,; Rottweil.

FRAAS, E. (1898): Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Kirchheim mit den Umgebungen von Esslingen, Plochingen, Kirchheim, Nürtingen, Metzingen, Neuffen und Owen. 40 pp., 3 figs.; Stuttgart.

FUTTERER, K. (1893): Die Ammoniten des mittleren Lias von Östringen. — Mitt. großherzogl. Bad. geol. Landesanst., **2**, 279—345, pls. 8—13; Heidelberg.

GETTY, T. A. (1970): *Acanthopleuroceras* HYATT 1900 (Class Cephalopoda, Order Ammonoidea): Proposed use of the plenary powers to designate the type-species (Jurassic). — Bull. Zool. Nomenclature, **27/2**, 105—109, pl. 3; London.

GETTY, T. A. (1973): A revision of the generic classification of the family Echioceratidae (Cephalopoda, Ammonoidea) (Lower Jurassic). — Paleont. Contr. Univ. Kansas, **63**, 1—32, 5 pls., 4 figs.; Kansas.

GEYER, O. F. (1962): Schwarzer Jura γ. — *In:* GEYER, O. F. & GWINNER, M. P.: Der Schwäbische Jura. — Sammlung geologischer Führer, **40**, 40—44, fig. 10; Berlin (Borntraeger).

— (1964): Die Typuslokalität des Pliensbachium in Württemberg (Südwestdeutschland). — *In:* Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, 161—167, 2 figs.; Luxembourg.

GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1964): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. 245 pp., 11 pls., 73 figs.; Stuttgart (Schweizerbart).

GOTTLIEB, D. (1955): Geologie des Blattes Weilheim/Teck (7323) Württemberg. — Arb. geol.-paläont. Inst. TH Stuttgart, **38** (N.F. 5), 80 pp., 1 pl., 7 figs., 1 map; Stuttgart.

HEHL, J. C. L. (1834): Résumé über die Petrefacten Württembergs in Hinsicht ihrer geognostischen Verhältnisse. 78 pp.; St. Petersburg (Gretsch).

HOFFMANN, K. (1935): Über den unteren Lias der Langenbrückener Senke (part. II). — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F. **24**, 50—81; Stuttgart.

— (1964): Die Stufe des Lotharingien (Lotharingium) im Unterlias Deutschlands und allgemeine Betrachtungen über das „Lotharingien". — *In:* Colloque du Jurassique à Luxembourg 1972, 135—160, 1 fig., 1 tab.; Luxembourg.

— (1973): *In:* Die Ammoniten des Schwäbischen Jura (F. A. Quenstedt) — Revision der Gattungsnamen. p. 7—12 (revision of pls. 17—39); Stuttgart (Schweizerbart).

HOWARTH, M. K. & DONOVAN, D. T. (1964): Ammonites of the Liassic family Juraphyllitidae in Britain. — Palaeontology, 7/2, 286—305, pls. 48—49, 2 figs.; London.

HYATT, A. (1867): The fossil cephalopods of the Museum of Comparative Zoology. — Bull. Mus. Comp. Zoology, Harvard Univ., 1/5, 71—102; Harvard.

KRUMBECK, L. (1936): Stratigraphie und Faunenkunde des Lias γ in Nordbayern. — Z. deutsch. geol. Ges., **88**/3, 129—222, pls. 27—31; Berlin.

JORDAN, R. (1960): Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Lias delta (Domerium) Nordwestdeutschlands. — Thesis Univ. Tübingen, 178 pp., 9 pls., 22 figs. — [Mscr.]

LANG, W. D. (1913): The Lower Pliensbachian — "Carixian" — of Charmouth. — Geol. Mag., **10**/5, 401—412; London.

— (1928): The Belemnite Marls of Charmouth, a series in the Lias of the Dorset Coast. Part 1: Stratigraphy. — Quart. J. Geol. Soc., **84**, 179—195, pls. 13—14, 1 fig.; London.

— (1936): The Green Ammonite Beds of the Dorset Lias. — Quart. J. Geol. Soc., **92**, 423—437, pl. 32, 1 fig.; London.

MANDELSLOH, F. VON (1834): Geognostische Profile der Schwäbischen Alp. 33 pp., 3 pls.; Stuttgart.

MAYER-EYMAR, C. D. W. (1864): Tableau synchronistique des terrains jurassiques. Folding lithographed table; Zürich.

MOUTERDE, R. (1953): Etudes sur le Lias et le Bajocien des Bordures Nord et Nord-est du Massif Central Français. — Bull. Carte géol. France, **50**/236, 63—521, 40 figs., 7 tables; Paris.

NEUMAYR, M. (1868): Petrographische Studien im mittleren und oberen Lias Württembergs. — Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemb., **24**, 208—258; Stuttgart.

OPPEL, A. (1853): Der mittlere Lias Schwabens. 94 pp., 4 pls., 2 sects.; Stuttgart (Ebner & Seubert). — [Also *in:* Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemb., **10** (1854), 39—136, 4 pls., 2 sects.; Stuttgart 1856].

— (1856—1858): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — Jh. Ver. vaterl. Naturkde Württemb., **12** (1856), 121—556; **13** (1857), 141—396; **14** (1858), 129—291; 64 tables, 1 map; Stuttgart.

— (1862): Über jurassische Cephalopoden. — Paläont. Mitt., **3**, 127—162, pls. 40—50; Stuttgart.

PALMER, C. P. (1972): A revision of the zonal classification of the Lower Lias of the Dorset coast in South-West England. — Newsl. Stratigr., **2**/1, 45—54, 1 fig., 2 tables; Leiden.

PFIZENMAYER, W. & QUENSTEDT, F. A. (1853): Der Schwaebische Jura nach dem Flözgebirge Würtembergs. — Z. deutsch. geol. Ges., **5**, pl. 16; Berlin.

QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Würtembergs. 1st ed., IV + 560 pp.; Tübingen (Laupp).

— (1845—1849): Petrefactenkunde Deutschlands. I. Cephalopoden (Text & Atlas). IV + 580 pp., 36 pls.; Tübingen (Fues).

— (1858): Der Jura. 842 pp., 100 pls., 42 figs., 3 tables; Tübingen (Laupp).

— (1867): Begleitworte zur geognostischen Specialkarte von Württemberg. Atlasblatt Göppingen mit den Umgebungen von Geisslingen, Wiesensteig, Boll etc. 21 pp., 1 fig.; Stuttgart.

— (1882—1885): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. **1**, Der Schwarze Jura (Text & Atlas). 440 pp., 54 pls.; Stuttgart (Schweizerbart).

RAPP, E. (1931): Beiträge zur Stratigraphie des Lias-Gamma im mittleren Württemberg. — Thesis Univ. Marburg, 71 pp., 6 pls.; Stuttgart.

SCHINDEWOLF, O. H. (1962): Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. 2nd delivery (Ammonitina: Psilocerataceae, Eoderocerataceae). — Akad. Wiss. Lit. Mainz, Abh., math.-nat. Kl., **8**, 425—571, pl. 3, 91 figs.; Mainz.

SCHIRMER, W. (1965): Zur Faunengliederung im Mittleren Lias (Pliensbachian) Frankens. — Geol. Bl. NO-Bayern, **15**, 193—198, pl. 5, 1 tab.; Erlangen.

SCHWEIZER, V. B. (1968): Ökologische, geochemische und sedimentologische Untersuchungen im Lias (Carixium) Schwabens. — Arb. geol.-paläont. Inst. TH Stuttgart, N.F. **55**, 140 pp., 21 pls., 23 figs.; Stuttgart.

— (1971): Zum Kalk-, Eisen- und Mangangehalt einiger Profile aus dem Lias γ (Carixium, Untere Schwarzjura-Mergel) Südwestdeutschlands. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **138**/1, 119—133, 7 figs., 1 tab.; Stuttgart.

SÖLL, H. (1957): Stratigraphie und Ammonitenfauna des mittleren und oberen Lias β (Lotharingien) in Mittel-Württemberg. — Geol. Jb. 72, 367—434, 4 pls., 49 figs., 2 tables; Hannover.

SOWERBY, J. DE C. (1823—1846): The Mineral Conchology of Great Britain. **6** (1827), pls. 546—580; London.

SPATH, L. F. (1923): Correlation of the *Ibex* and *Jamesoni* Zones of the Lower Lias. — Geol. Mag., **60**, 6—11; London.

— (1928): The Belemnite marls of Charmouth, a series in the Lias of the Dorset Coast. Part V: Ammonites. — Quart. J. geol. Soc., **84**, 222—232, pls. 16, 17, fig. 4; London.

— (1938): A catalogue of the ammonites of the Liassic family Liparoceratidae in the British Museum (Natural History). IX + 191 pp., 26 pls., 17 figs., 1 tab.; London (Brit. Mus. Nat. Hist.).

— (1942): The ammonite zones of the Lias. — Geol. Mag., **79**, 264—268; London.

— (1956): The Liassic ammonite faunas of Stowell Park Borehole. — Bull. geol. Surv. Brit., **11**, 140—164, pls. 9, 10; London.

STAHL, K. F. (1824): Uebersicht über die Versteinerungen Würtembergs nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Petrefaktenkunde. 91 pp., 9 pls., 1 tab.; Stuttgart & Tübingen (Cotta).

THOMPSON, B. (1899): The geology of the Great Central Railway (new extension to London of the Manchester, Sheffield and Lincolnshire Railway): Rugby to Catesby. — Quart. J. geol. Soc., **55**, 65—88, 5 figs.; London.

URLICHS, M. (1977): Stratigraphy, Ammonite Fauna, and some Ostracodes of the Upper Pliensbachian at the Type Locality (Lias, SW-Germany). — Stuttg. Beitr. Naturk., B, **28**; Stuttgart. — [In press]

ZEISS, A. (1965): Über Ammoniten aus dem Sinémurien Südwest-Frankens. — Geol. Bl. NO-Bayern, **15**, 22—50, pl. 2, 3 figs.; Erlangen.

ZIETEN, C. H. VON (1830—1833): Die Versteinerungen Württembergs. (Text & Atlas). 102 pp., 72 pls.; Stuttgart.

Acknowledgements:

I thank Mr. H. Lumpe for the photos and Mr. W. Diem (Ludwigsburg) for the preparation of the ammonites. I am grateful to Dr. K. Hoffmann (Langenhagen/Hannover), Dr. M. K. Howarth (London), Dr. R. Jordan (Hannover), Dr. M. Urlichs (Ludwigsburg), and Dr. F. Wiedenmayer (Basel) for useful discussions and suggestions. My thanks are due to Mr. R. Flaig (Unterensingen) for the cession of the *Tropidoceras masseanum* (D'ORB.), figured herein on pl. 3, fig. 2. Not at least I thank the local government of Zell for the permission of digging in Pliensbach and the family W. Fischer (Zell) for the hospitality during this time. I am indebted to the directorate of the "Heidelberger Zement AG, Werk Nürtingen" for the permission to open the profile in the old pit (Enzenhart). My thanks are due to Mr. W. Fischer (Holzmaden) for the useful help at Nürtingen. The writer is also indebted to Dr. G. Bloos and Dr. B. Herting (Ludwigsburg) for their critically reading of the english manuscript.

Adress of the author:

Dipl.-Geol. Rudolf Schlatter, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, Geologisch-Paläontologische Abteilung, D-7140 Ludwigsburg, Arsenalplatz 3.

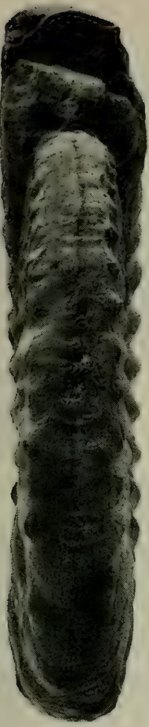
Plate 1

Fig. 1. *Apoderoceras nodogigas* (QUENSTEDT). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *taylori* Subzone; Dewangen. Coll. Fraas 1867.
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23179. — x 1/2.

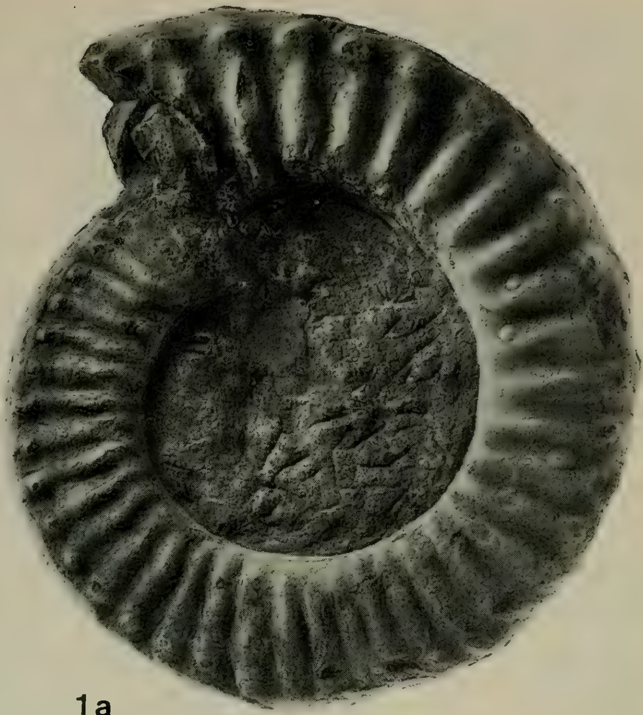
Fig. 2. *Phricodoceras taylori* (SOWERBY). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *taylori* Subzone; Pliensbach (section B).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23180. — x 1.

Fig. 3. *Polymorphites polymorphus* (QUENSTEDT). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *polymorphus* Subzone; Nürtingen (section I).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23181. — x 1.

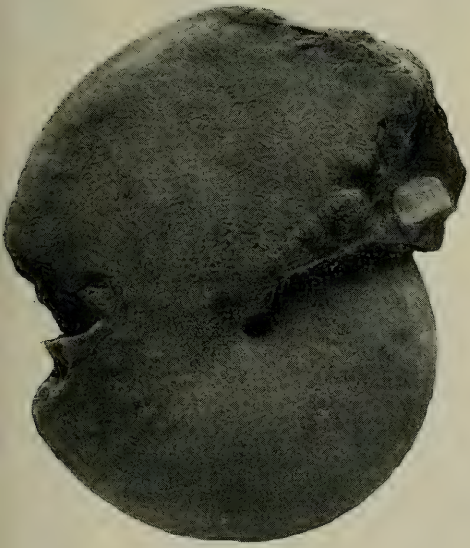
Fig. 4. *Radstockiceras complanosum* (SIMPSON). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *polymorphus* Subzone; Nürtingen (section I).
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23182. — x 2/3.



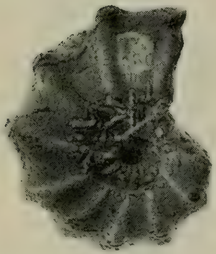
1b



1a

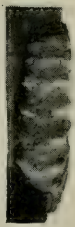


4

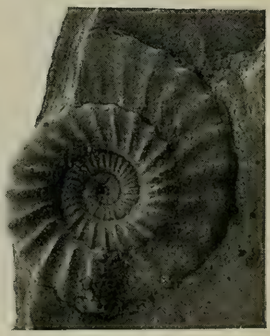


2a

2b



3b



3a

Plate 2

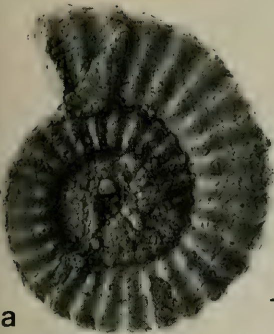
Fig. 1. *Platypleuroceras caprarium* (Quenstedt). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *polymorphus* Subzone (upper part); Nürtingen (section I).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23183. — x 1.

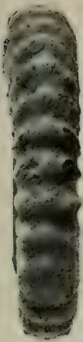
Fig. 2. *Platypleuroceras brevispina* (Sowerby). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *brevispina* Subzone; Nürtingen (section I).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23184. — x 2/3.

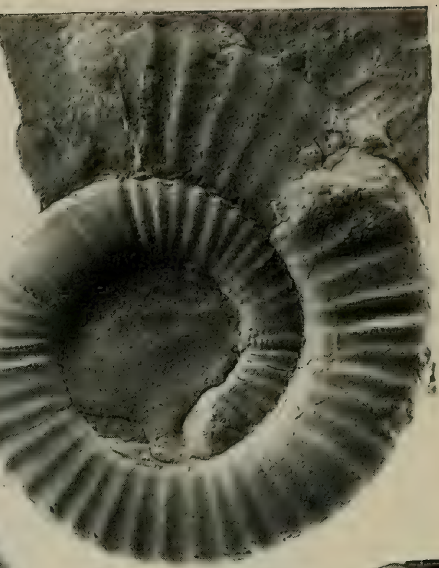
Fig. 3. *Crucilobiceras submuticum* (Oppel). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *brevispina* Subzone; Nürtingen (section I).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23185. — x 2/3.

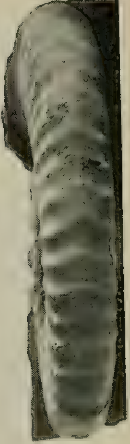
Fig. 4. *Crucilobiceras rotundum* (Quenstedt). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *brevispina* Subzone (upper part); Nürtingen (section I).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23186. — x 1.

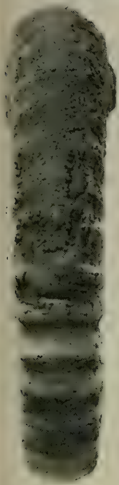
Fig. 5. *Coeloceras pettos* (Quenstedt). Original of Zieten 1830, p. 1, pl. 1, fig. 4 a—d: *Ammonites crenatus* Reinecke; designated lectotype and refigured by Donovan & Forsey 1973, p. 10, pl. 2, fig. 2 a, b. Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone („Lias-Schiefer von Gamelshausen"); Pliensbach (original label).
a. lateral view, b. ventral view.
Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München. — x 1.

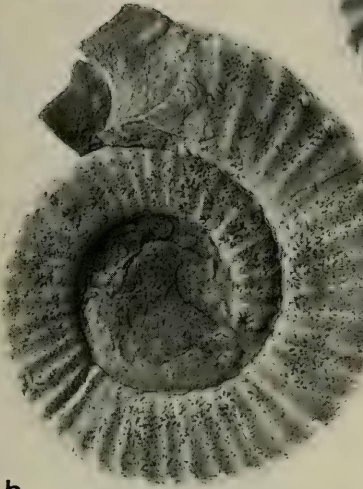

1 a

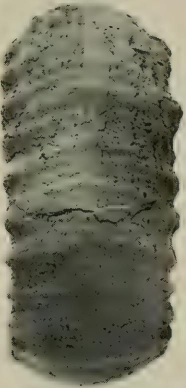

1b

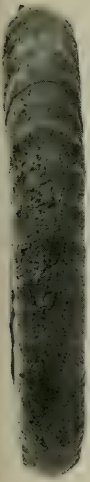

2 a

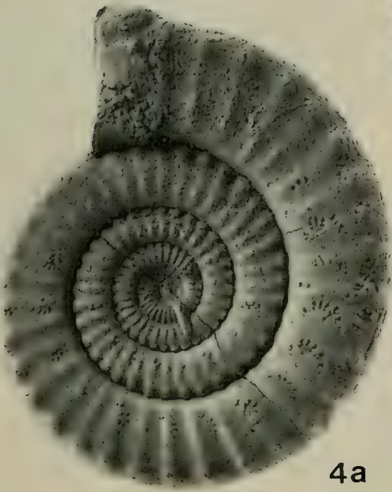

2 b


3b


3a


5b


4 b


4a

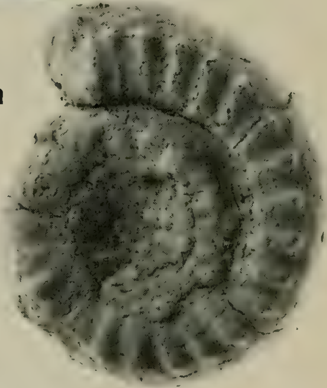
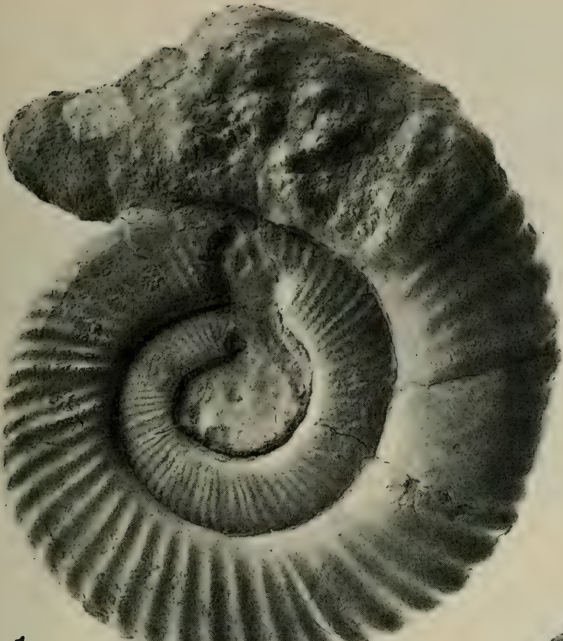

5a

Plate 3

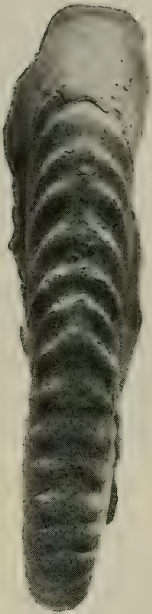
Fig. 1. *Uptonia „jamesoni"* (SOWERBY). The determination herein has been made according to the proposed neotype (DONOVAN & FORSEY 1973, 13, pl. 4, fig. 3 a, b). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *jamesoni* Subzone (upper part): Holzmaden (Lindach).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23187. — x 2/3.

Fig. 2. *Tropidoceras masseanum* (D'ORBIGNY). Schwarzer Jura γ, *jamesoni* Zone, *masseanum* Subzone; Nürtingen (section III). Coll. R. Flaig, Unterensingen.
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23188. — x 2/3.

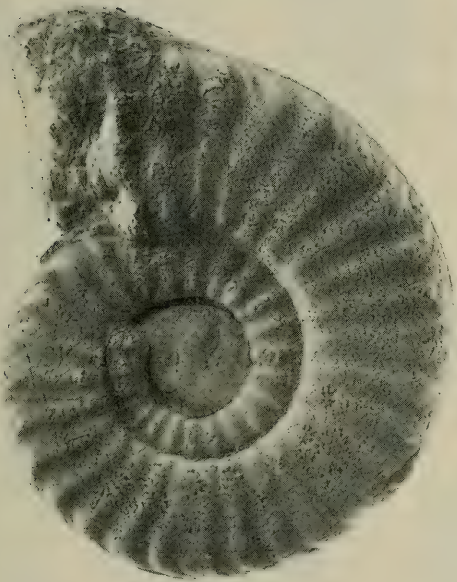
Fig. 3. *Tragophylloceras ibex* (QUENSTEDT). Schwarzer Jura γ, *ibex* Zone; Nürtingen (section II).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23189. — x 1.



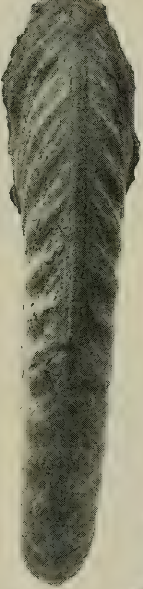
1a



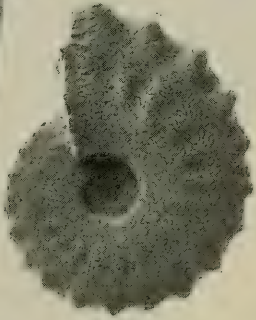
1b



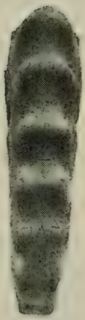
2 a



2 b



3a



3b

Plate 4

Fig. 1. *Acanthopleuroceras valdani* (D'ORBIGNY). Schwarzer Jura γ, *ibex* Zone, *valdani* Subzone; Nürtingen (section II).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23190. — x 1.

Fig. 2. *Beaniceras centaurus* (D'ORBIGNY), Schwarzer Jura γ, *ibex* Zone, *valdani* Subzone; Nürtingen (section II).
a. lateral view. — x 1. b. lateral view. — x 2. c. ventral view. — x 2.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23191.

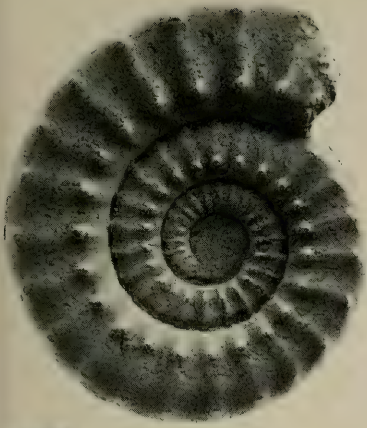
Fig. 3. *Beaniceras luridum* (SIMPSON) var. SPATH. Schwarzer Jura γ, *ibex* Zone, *luridum* Subzone; Nürtingen (section II).
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23192. — x 1.

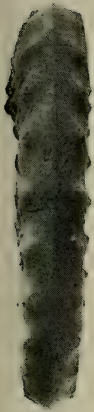
Fig. 4. *Prodactylioceras davoei* (SOWERBY). Schwarzer Jura γ, "Davoeibank", *davoei* Zone; Pliensbach (section L).
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23193. — x 2/3.

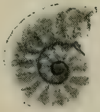
Fig. 5. *Androgynoceras maculatum* (YOUNG & BIRD). Schwarzer Jura γ, *davoei* Zone, *maculatum-capricornus* Subzone; Nürtingen. Coll. Köstlin.
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23194. — x 1.

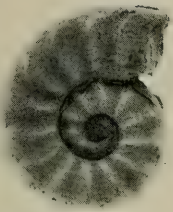
Fig. 6. *Androgynoceras capricornus* (SCHLOTHEIM). Schwarzer Jura γ, *davoei* Zone, *maculatum-capricornus* Subzone; Kirchheim. Coll. Hermann 1947.
a. lateral view, b. ventral view.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23195. — x 1.

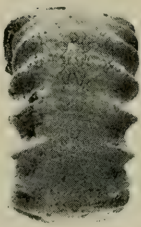
Fig. 7. *Oistoceras angulatum* (QUENSTEDT). Schwarzer Jura γ, "Davoeibank", *davoei* Zone, *figulinum* Subzone; Pliensbach (section M).
a. negative, b. silicone cast.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, no. 23196. — x 1.

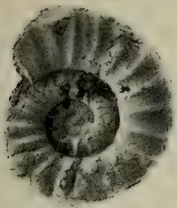

1a

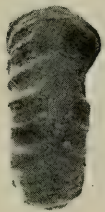

1b

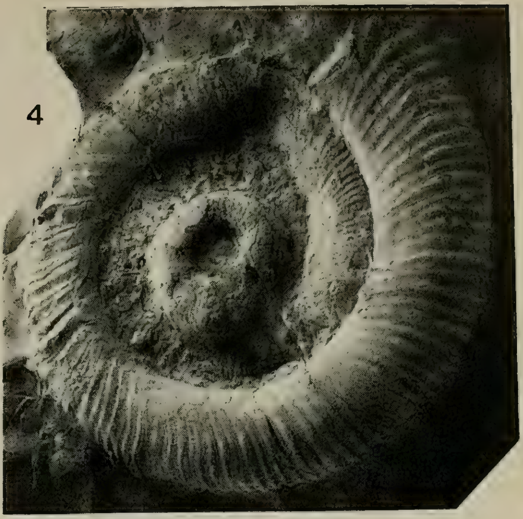

2a

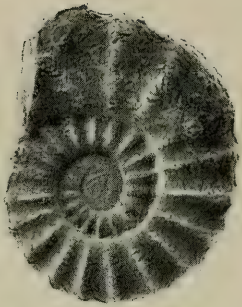

2b

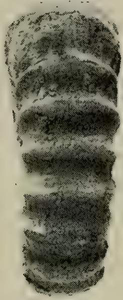

2c

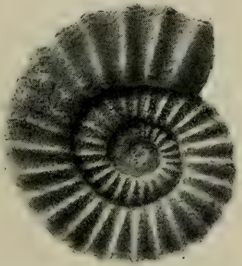

3a


3b

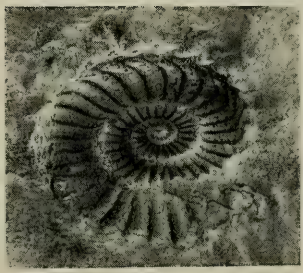

4

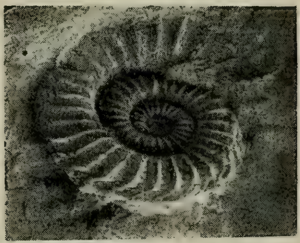

5a


5b


6a

6b


7a


7b

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 28 — Stuttgart 1977

MAY 26 1978
LIBRARIES

Stratigraphy, Ammonite Fauna and some Ostracods of the Upper Pliensbachian at the Type Locality (Lias, SW-Germany)

by Max Urlichs, Ludwigsburg

With 2 plates and 2 figures

Summary

The Upper Pliensbachian at its type locality is figured in a combined section which shows the greatest thickness (27 m) recorded in SW-Germany. The ammonite fauna and some stratigraphically important ostracods found therein are listed. All 5 subzones of the Upper Pliensbachian are identified, base and top are well defined. Therefore the type locality chosen by Oppel (1856—1858) meets the requirements of the stratigraphic code of today.

1. Introduction

Oppel (1856, p. 815) renamed d'Orbigny's „étage liasien“ Pliensbachian after the little village Pliensbach (district Göppingen, Baden-Württemberg) and a little brook bearing the same name. Oppel divides this stage into 6 zones and particularly emphasizes the first appearance of *Amaltheus margaritatus*. Therefore the natural division into two parts has already been recorded by Oppel. Moreover, he noted that in most areas this stage has been divided lithologically into two formations, in SW-Germany into „Numismalismergel“ („Schwarzer Jura γ“) and „Amaltheenton“ („Schwarzer Jura δ“). Later on the upper part was classified by Bonarelli (1894) as Domerian, and the lower part by Lang (1913) as Carixian. (Zonal subdivision of the Pliensbachian see Colloque Jurassique Luxembourg 1962.)

This paper deals with the type locality of the Upper Pliensbachian, its ammonite fauna and some stratigraphically important ostracods. The Lower Pliensbachian will be published separately by Schlatter (1977).

1.1 The Upper Pliensbachian in S-Germany

The Pliensbachian has been known for its variety of fossils since v. Zieten (1830 to 1833) and Quenstedt (1858; 1882—1885). The Amaltheidae have been revised by Frentzen (1936; 1937) and also by Howarth (1958), and later by Jordan (1960). Revisions of the rest of the ammonite fauna have also been made: *Cymbi-*

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 28 — Stuttgart, 1. 7. 1977

tes by SCHINDEWOLF (1961), *Lytoceras* by WIEDMANN (1970), *Protogrammoceras* *Fuciniceras*, and *Arieticeras* by R. FISCHER (1975).

Only few detailed sections, from which ammonites are collected bed by bed are known from SW-Germany: short sections of the „Schwarzer Jura δ" have been published by ENGEL (1887), E. FRAAS (1898), ZWIESELE (1898), BESSLER (1933) BECHTER (1937), JORDAN (1960), and complete sections only by FRENTZEN (1934). Even FRENTZEN has investigated only the „Amaltheenton" („Schwarzer Jura δ") and not the underlying „Numismalismergel" („Schwarzer Jura γ"), which also bears Amaltheidae in its uppermost part. FRENTZEN divides the beds investigated by him into Depressus-, Margaritatus-, Bechteri-, and Spinatus-Beds. This classification has been revised by HOWARTH (1958, p. XXV). FRENTZEN's beds correspond approximately with the following subzones of HOWARTH:

Spinatus-Schichten = *hawskerense* Subzone
Bechteri-Schichten = *apyrenum* Subzone
Margaritatus-Schichten = *gibbosus* Subzone
Nodifer-Schichten = *subnodosus* Subzone

The *stokesi* Subzone has been identified for the first time in the Wutach region by JORDAN (1960, p. 71; 1974, p. 526).

A comprehensive survey of the Amaltheidae from Franconia is still lacking. Some sections, especially of the lower and uppermost part, have been published (*stokesi* Subzone: KRUMBECK 1936, revised by SCHIRMER 1965, furthermore JAHNEL 1970, URLICHS 1975; *hawskerense* Subzone: ZEISS & SCHIRMER 1965, and complete Upper Pliensbachian: D. HOFFMANN 1967).

1.2 The Upper Pliensbachian at the type locality

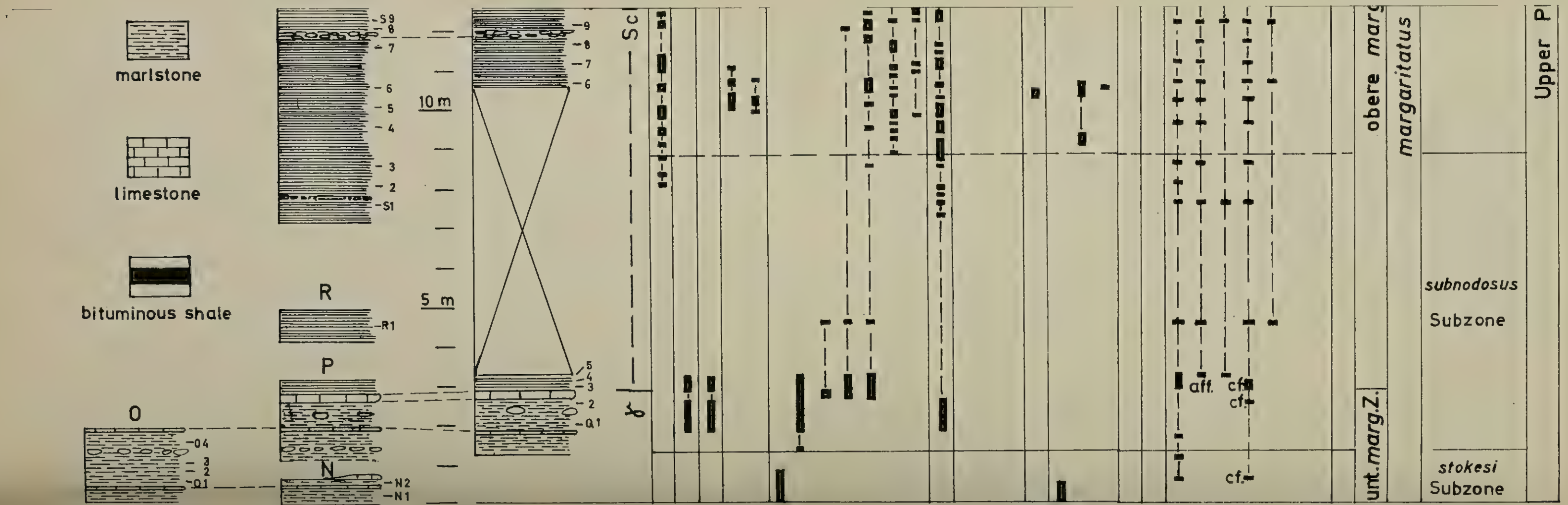
The type locality of the Upper Pliensbachian has been recorded only by ENGEL (1908, p. 252) as a collection locality for Amaltheidae and *Pleurotomaria amalthei.* GEYER (1964) is the first author after OPPEL, who worked in the surroundings of Pliensbach. He lists some more fossils from the Upper Pliensbachian, and he remarks that complete sections can only be made accessible by digging. GEYER (1964, p. 164) estimates the complete thickness to be 15—16 m. Section and biostratigraphy of the type locality are therefore unknown.

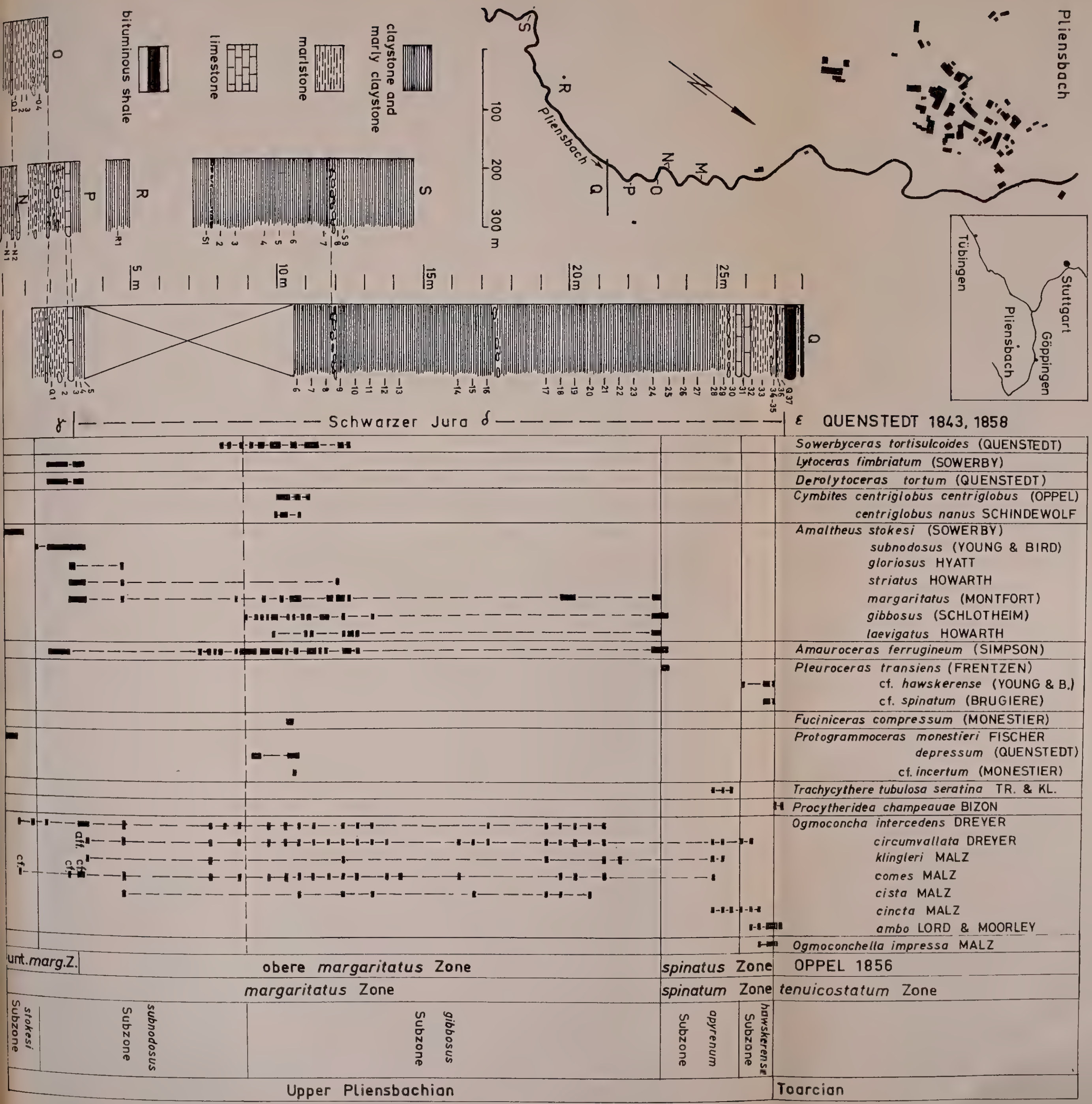
2. Lithostratigraphy at the type locality

Only the lower part of the Upper Pliensbachian is exposed in the Pliensbach brook. There are three short, overlapping sections (*stokesi* and lower part of the *subnodosus* Subzone; sections N, O, P on fig. 1), as well as a part of the *margaritatus* Zone (section S). A nearly complete section (section Q) and a very short section (section R) were accessible for a short time by the diggings of a water-supply line. From this it has been possible to combine the complete section. It is subdivided into three lithologic units: A lower, 2,9 m thick, marly to calcareous sequence (Upper „Numismalismergel" = Upper „Schwarzer Jura γ"), a middle, 22 m thick sequence consisting of claystones and marly claystones („Amaltheenton" = Lower „Schwarzer Jura δ"), and an upper 2,0 m thick, marly

---

Fig. 1. Schematic columnar section of the Upper Plienbachian at its type locality, with the stratigraphic range of the ammonites and some ostracods found therein. Zonal subdivision according to HOWARTH (1958). The ammonites listed here are figured on plate 1—2.


marlstone
limestone
bituminous shale
O
-04
3
2
-Q1
N
-N2
-N1
P
Q1
R
-R1
-S9
8
7
6
5
4
3
2
-S1
10 m
5 m
9
8
7
6
5
4
3
2
Q1
γ
Sc
aff.
cf.
cf.
cf.
unt. marg. Z.
obere marg
margaritatus
stokesi Subzone
subnodosus Subzone
Upper Pl


Pliensbach
Tübingen
Stuttgart
Göppingen
Pliensbach
S
R
Q
P
O
N
M
100
200
300 m
claystone and marly claystone
marlstone
limestone
bituminous shale
5 m
10 m
15 m
20 m
25 m
γ
Schwarzer Jura δ
ε
QUENSTEDT 1843, 1858
Sowerbyceras tortisulcoides (QUENSTEDT)
Lytoceras fimbriatum (SOWERBY)
Derolytoceras tortum (QUENSTEDT)
Cymbites centriglobus centriglobus (OPPEL)
centriglobus nanus SCHINDEWOLF
Amaltheus stokesi (SOWERBY)
subnodosus (YOUNG & BIRD)
gloriosus HYATT
striatus HOWARTH
margaritatus (MONTFORT)
gibbosus (SCHLOTHEIM)
laevigatus HOWARTH
Amauroceras ferrugineum (SIMPSON)
Pleuroceras transiens (FRENTZEN)
cf. hawskerense (YOUNG & B.)
cf. spinatum (BRUGIERE)
Fuciniceras compressum (MONESTIER)
Protogrammoceras monestieri FISCHER
depressum (QUENSTEDT)
cf. incertum (MONESTIER)
Trachycythere tubulosa seratina TR. & KL.
Procytheridea champeauae BIZON
Ogmoconcha intercedens DREYER
circumvallata DREYER
klingleri MALZ
comes MALZ
cista MALZ
cincta MALZ
ambo LORD & MOORLEY
Ogmoconchella impressa MALZ
aff.
cf.
unt. marg. Z.
obere margaritatus Zone
spinatus Zone
OPPEL 1856
margaritatus Zone
spinatum Zone
tenuicostatum Zone
stokesi Subzone
subnodosus Subzone
gibbosus Subzone
apyrenum Subzone
hawskerense Subzone
Upper Pliensbachian
Toarcian

to calcareous sequence („Costatenkalk“ = Upper „Schwarzer Jura δ“). Within the latter at Pliensbach there are 4 limestone beds. The number of beds is not constant. For example at Notzingen (3 km north of Kirchheim) 5 beds are present (see fig. 2). ETZOLD, HAHN & KOERNER (1975, p. 127) refer even 6 beds. Above these beds bituminous shales and marlstones („Posidonienschiefer“ = „Schwarzer Jura ε“) follow.

Until recently most authors have included the marls at the base of the Upper Pliensbachian in the „Schwarzer Jura δ“ (compilation see SCHIRMER 1965). As SCHIRMER (1965, p. 196) already stated, the boundary „Schwarzer Jura γ/δ“ has been fixed unmistakably by QUENSTEDT (1858, p. 163): „So lange die Felder noch grau bleiben, harte Mergelkalke aus dem Boden hervorkommen . . . wähne man sich noch im Gamma, mag auch hin und wieder ganz oben ein verkalkter Amaltheus dabei sein.“ [= „As long as the fields still remain grey, and solid marly limestones appear from the subsoil, one may be shure to be still in the Gamma, even if sometimes a calcareous preserved specimen of *Amaltheus* may be found in the uppermost part.“] Hence it clearly follows that QUENSTEDT has drawn his boundary „Schwarzer Jura γ/δ“ at the facies change from marl to clay.

The boundary „Schwarzer Jura δ/ε“ has been defined by QUENSTEDT (1858, p. 165, and 1885, p. 303) in the same clear way. According to him, the „Schwarzer Jura ε“ begins at the base of the „Tafelfleins“, which is the first thick bed of bituminous dark shale. QUENSTEDT still enclosed thin bituminous beds with fucoids below the „Tafelfleins“ in the „Schwarzer Jura δ“.

3. Biostratigraphy at the type locality

3.1 Ammonites

Amaltheus stokesi has been found close above the highest occurence of *Oistoceras* and *Androgynoceras* in section M (SCHLATTER 1977, p. 16, fig. 5). This species and *Protogrammoceras monestieri* have been identified up to 0,8 m above the boundary Lower/Upper Pliensbachian. (The measurements in the following text and on fig. 1 are specified in meters above the boundary Lower/Upper Pliensbachian.) From 1,4 m to 3,3 m *Amaltheus subnodosus* occurs. *Amaltheus gloriosus* has been recorded from 2,7 m to about 5,0 m and *A. striatus* from 2,7 m to 11,0 m. The lower part of the „Amaltheenton“ (Lower „Schwarzer Jura δ“) was covered with talus and gravel in section Q. Only at 10,5 m *Amaltheus laevigatus* and *Cymbites centriglobus nanus* have been found one meter below a 0,15 m thick layer of limestone nodules. In the same stratigraphic position in the section S a rich fauna has been investigated: *Amaltheus gibbosus, A. laevigatus, A. striatus, A. margaritatus, Sowerbyceras tortisulcoides, Cymbites centriglobus centriglobus, C. centriglobus nanus, Fuciniceras compressum, Protogrammoceras depressum,* and *P.* cf. *incertum.* Since *Cymbites* is frequent only in a horizon of about 2 m in the lower part of the „Amaltheenton“, as ENGEL (1887, p. 65) and FRENTZEN (1934, p. 4) have already found, it seems to be possible to correlate the section S with Q.

The missing parts within the section Q have been partly found in the section R, which was exposed by the diggings for the water-supply, as well as in section S, which is a natural outcrop in the Pliensbach brook. Section R cannot be correlated exactly with the other sections. However, according to its stratigraphic position, it belongs to the lowermost part of the „Amaltheenton“. It contains *Amaltheus gloriosus, A. margaritatus,* and *A. striatus.* In section S at 7,5 m *Amaltheus gibbosus* was found for the first time. In section Q this species extends up to 23,0 m. At 23,2 m *Pleuroceras transiens*[1] was also found. *P. apyrenum* and *P. solare* were not found, because this level is deeply weathered at Pliensbach, and solid rock was not reached by the diggings for the water-supply (section Q). From 25,7 m to 27,0 m *Pleuroceras* cf. *hawskerense* was found. Above this a thin bed of dark bituminous shale with fucoids follows. At Pliensbach no ammonites could be traced in this bed. But PANNKOKE (1965, p. 54) decribes *Dactylioceras* sp. from it in the surroundings of Ohmden (4 km west of Pliensbach).

Based on these findings the Pliensbach section can be subdivided in the following way: the *stokesi* Subzone has been identified in the marls of the „Schwarzer Jura γ" 1,4 m thick. The *subnodosus* Subzone is at least 3 m and at most 7 m thick. In its lower part it contains *Amaltheus subnodosus* and in its upper part *A. striatus*, which still extends into the *gibbosus* Subzone, and *A. gloriosus*. The lower 1,5 m of the *subnodsus* Subzone are enclosed in the upper part of the „Numismalismergel" („Schwarzer Jura γ"). The lower part of the *margaritatus* Zone, developed in the marly facies of the „Schwarzer Jura γ", was named by OPPEL (1856, p. 249, 253) lower *margaritatus* Zone. The „Amaltheenton" (= Lower „Schwarzer Jura δ"), which includes the upper *subnodosus* and the *gibbosus* Subzones, was named upper *margaritatus* Zone by him.

The boundary „Schwarzer Jura γ/δ" is to be found in the Pliensbach section within the *subnodosus* Subzone. According to JORDAN (1960), this facies change coincides in the Wutach area with the boundary *stokesi/subnodosus* Subzone. The same facts have been stated by KRUMBECK (1936), SCHIRMER (1965), D. HOFFMANN (1967), and JAHNEL (1970) in Franconia (northern Bavaria). Only at Weißenburg (southern Franconia) the calcareous facies of the „Numismalismergel" („Schwarzer Jura γ") extends up to the boundary *margaritatus/spinatum* Zone (URLICHS 1975).

The great thickness of the *gibbosus* Subzone of at least 14 m and at most 18 m in the Pliensbach section is very remarkable. In the lower part of this subzone *Cymbites, Protogrammoceras, Fuciniceras,* and *Arieticeras* occur. According to the sections referred to by ENGEL (1887, p. 65) and FRENTZEN (1934, p. 8—23) these genera are found particularly in the middle part of the „Amaltheenton", i. e. in the lower *gibbosus* Subzone. *Arieticeras retrorsicosta,* however, also occurs in the upper *gibbosus* Subzone. This species has been found at Notzingen (3 km north of Kirchheim) 0,87 m below the lowermost limestone bed of the „Costatenkalk", 0,40 m below the boundary *margaritatus/spinatum* Zone (fig. 2).

The *apyrenum* Subzone is known at Pliensbach from merely one finding of *Pleuroceras transiens.* According to HOWARTH (1958, p. 36), the index fossil *P. apyrenum* is known in S-Germany only from the Reichenbach near Aalen (see also pl. 2, fig. 7). But these specimens differ from the type of *P. apyrenum* in the following features: They are more strongly ribbed and not so compressed. They have a different worl section and a larger, coarsely crenulated keel. The specimens from the Reichenbach are renamed *P. reichenbachense* by SCHLEGELMILCH (1976, p. 72).

---

[1] The lectotype of *Pleuroceras transiens* (FRENTZEN), which was designated by HOWARTH (1956, p. 365), but was destroyed during the last war in 1943, has in contrast to HOWARTH's description a prominent, well developed keel. In the Pliensbach section a specimen was found (pl. 2, fig. 1), which is identical with the figure of the lecotype (FRENTZEN 1937, pl. 4, fig. 26). Its whorl section is rounded quadrilateral with a prominent keel.

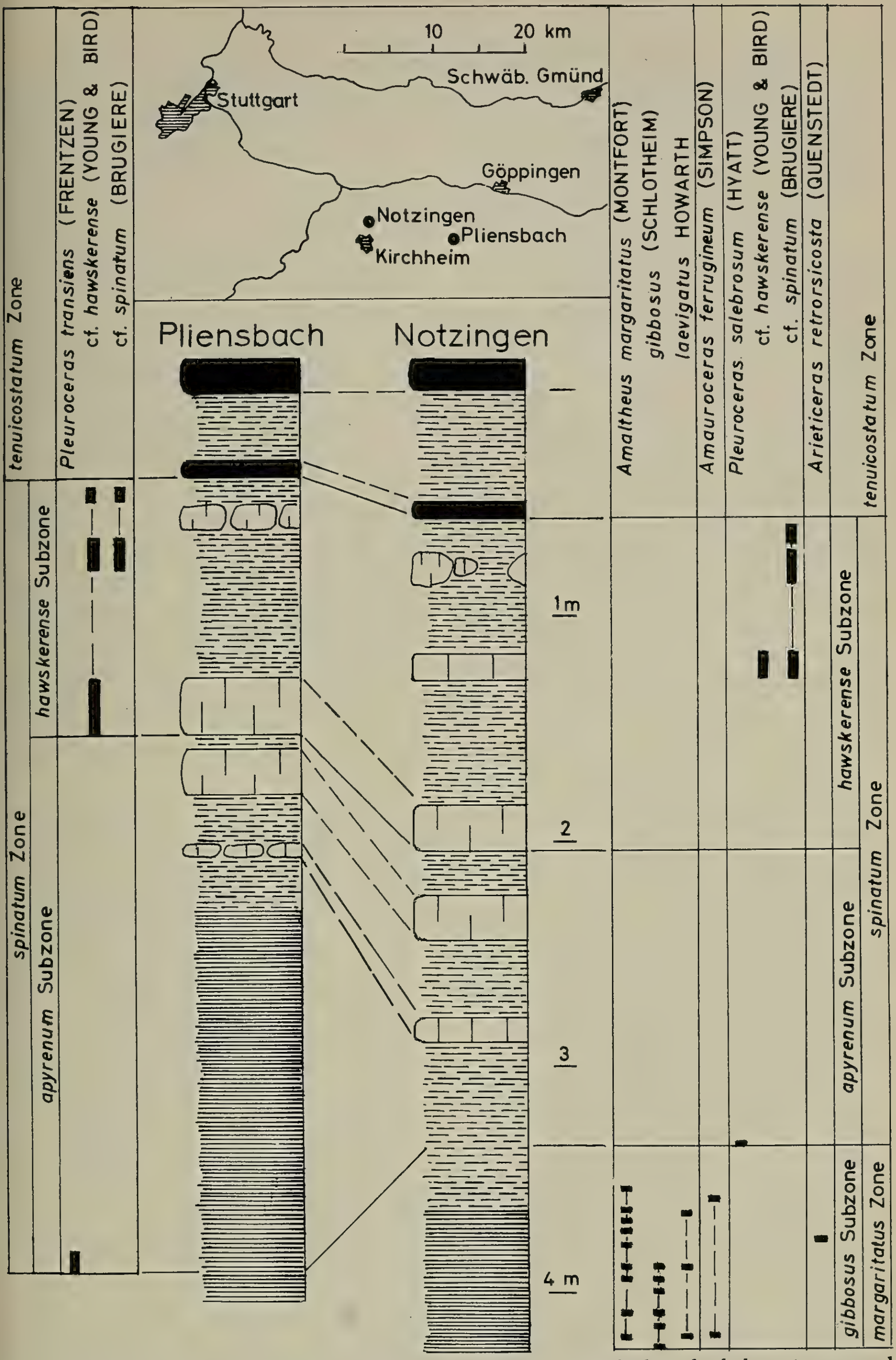

10
20 km
Stuttgart
Schwäb. Gmünd
Göppingen
Notzingen
Pliensbach
Kirchheim
Pliensbach
Notzingen
1m
2
3
4 m
tenuicostatum Zone
spinatum Zone
hawskerense Subzone
apyrenum Subzone
Pleuroceras transiens (FRENTZEN)
cf. hawskerense (YOUNG & BIRD)
cf. spinatum (BRUGIERE)
Amaltheus margaritatus (MONTFORT)
gibbosus (SCHLOTHEIM)
laevigatus HOWARTH
Amauroceras ferrugineum (SIMPSON)
Pleuroceras salebrosum (HYATT)
cf. hawskerense (YOUNG & BIRD)
cf. spinatum (BRUGIERE)
Arieticeras retrorsicosta (QUENSTEDT)
tenuicostatum Zone
hawskerense Subzone
apyrenum Subzone
spinatum Zone
gibbosus Subzone
margaritatus Zone

Fig. 2. Schematic columnar sections of the *spinatum* Zone at Pliensbach and of the *spinatum* and upper *margaritatus* Zone of Notzingen with the range of the ammonites found therein (signatures see fig. 1).

The *hawskerense* Subzone has been identified at Pliensbach by findings of *Pleuroceras* cf. *hawskerense* and *P.* cf. *spinatum* in the upper part of the „Costatenkalk". This subzone is at least 1,4 m thick. From the *spinatum* Zone *Protogrammoceras* is hitherto unknown (see FISCHER 1975, fig. 34). Now *Protogrammoceras* cf. *depressum* (pl. 2, fig. 11) has been recently found at Sunthausen near Donaueschingen.

3.2 Ostracods

Since all subzones of the Upper Pliensbachian have been identified in the Pliensbach, the range of some stratigraphically important ostracods, especially the rimmed Ogmoconchs („vallate Ogmoconchen", see MALZ 1975), the *Procytheridea champeauae,* and *Trachycythere tubulosa seratina* has been recorded. These species have been described by TRIEBEL & KLINGLER (1959), K. HOFFMANN & MARTIN (1960), MALZ (1971; 1975), and LORD & MOORLEY (1974), and I cannot add further morphological details after investigating the material of the Pliensbach section.

It is important that the developmental series from *Ogmoconcha comes* finally to O. *ambo,* as established by MALZ (1975)[2], has now also been found at the Pliensbach section with the following modification: *Ogmoconcha cista* has the same range as O. *comes* and both are very closely related. The series is now arranged from O. *comes* to O. *cincta* and finally to O. *ambo.* Since this series has been found in a second section, its validity has been confirmed. A general application, however, seems to be impossible, because the ostracods occur frequently in marls. On the other hand they have seldom been found in clays, or they are totally absent therein. E. g. the rimmed Ogmoconchs in the Pliensbach section are seldom found in the clays of the *margaritatus* Zone but frequently in the marls of the *spinatum* Zone. In the clays of the *spinatum* Zone in Franconia only *Ogmoconcha circumvallata* and O. *intercedens* have been rarely found.

The following additions to the stratigraphic range of the investigated species may be made: Only *Ogmoconcha circumvallata* and O. *klingleri* in the Pliensbach section show the known range from the *subnodosus* to the *apyrenum* Subzone. The earliest specimens of O. *circumvallata* are determined by „aff.", because the characteristic rim is very poorly developed, but the characteristic difference from the other species, the pits on the surface, is present. These specimens are probably transitional forms between *Ogmoconcha intercedens* and O. *circumvallata. Ogmoconcha intercedens* and O. *comes* appear in the *stokesi* Subzone, and they extend into the *gibbosus* Subzone. The earliest specimens of O. *comes* are identified by „cf.", because the rim at the dorsal margin is shorter and the carapaces are not so high as figured and described by MALZ (1975). *Ogmoconcha cista* in the Pliensbach section has also a much larger range than hitherto known: it occurs from the *subnodosus* to the *gibbosus* Subzone. *Ogmoconcha ambo* and *Ogmoconchella impressa* extend into the *tenuicostatum* Zone (Lower Toarcian). *Trachycythere tubulosa seratina* has only been found in the *apyrenum* and not in the *gibbosus* Subzone, as recorded by KLINGLER (1962). *Procytheridea champeauae* appears at the boundary Pliensbachian/Toarcian. According to PLUMHOFF (1967, p. 561), this species occurs already in the uppermost marls of the Pliensbachian. PLUMHOFF correlates the boundary Pliensbachian/Toarcian with the base of the „Schwarzer Jura ε". Taking to account that the base of the Toarcian in Württemberg lies below the boundary „Schwarzer Jura δ/ε", then *Procytheridea champeauae* in the Wutach region probably also appears at the base of the Toarcian.

---

[2] MALZ (1975) took over FRENTZEN's stratigraphic scheme in a modified form. He renamed FRENTZEN's beds zones. For example *margaritatus* Beds have been changed into *margaritatus* Zone. This zone corresponds to the *gibbosus* Subzone of DEAN, DONOVAN & HOWARTH (1961). This must be taken in account when studying the stratigraphic range of the ostracods in the paper of MALZ (1975).

By using ostracods for stratigraphic purposes it is possible to subdivide the Upper Pliensbachian approximately as well as by using ammonites.

3.3 Base of the Upper Pliensbachian

Already OPPEL (1856, p. 250—251) has clearly defined the base of the Upper Pliensbachian: „Die unterste Zone des Amm. margaritatus wird hiernach charakterisiert, daß Amm. margaritatus hier zum erstenmal erscheint" and „Amm. margaritatus durchläuft also zwei Zonen, von welchen die untere noch mehr den Charakter der Numismalisschichten besitzt, die obere meist viel mächtigere dagegen den Typus der eigentlichen Margaritatusschichten." [= „The lowermost zone of *A. margaritatus* is characterized by the fact, that *A. margaritatus* appears here for the first time" and „*A. margaritatus* thus passes through two zones, of which the lower one retains more the character of the Numismalis Beds, whereas the upper one, which is in general the much thicker one, shows the type of the true *Margaritatus* Beds."] In the index table OPPEL (1856, p. 409) equalizes the boundary „Schwarzer Jura γ/δ" with the boundary *davoei/margaritatus* Zone. At this time QUENSTEDT (1843; 1851) had not yet fixed the limit between „Schwarzer Jura γ" and „δ" exactly. Later on he defined it for the first time (QUENSTEDT 1858, p. 163).

3.4 Base of the Toarcian

OPPEL (1856, p. 317) defined the lower boundary of the Toarcian by the appearance of shales with *Posidonia bronni*. DEAN, DONOVAN & HOWARTH (1961, p. 476) defined the base of the Toarcian by the disappearance of *Pleuroceras* and by the abundance of *Dactylioceras*. This boundary has been precised by HOWARTH (1973, p. 268): „. . . the base of the Tenuicostatum Zone is drawn . . . between the highest *Pleuroceras* and the lowest *Dactylioceras*." In SW-Germany the lowermost Toarcian (*tenuicostatum* Zone) has been identified for the first time by K. HOFFMANN & MARTIN (1960) in the borehole Offenburg I (Rhine Graben area) by findings of *Dactylioceras* cf. *semicelatum*. In the Swabian Alb the lowermost *Dactylioceras (Eodactylites) pseudocommune* from a limestone bed of the „Costatenkalk" (Upper „Schwarzer Jura δ") of Hechingen has been described by SCHMIDT-EFFING (1972, p. 91—92). SCHMIDT-EFFING considers this species as belonging to the Upper Domerian. But according to HOWARTH (1973, p. 267—268) and also to FERRETTI (1967, p. 745), *Dactylioceras pseudocommune* characterizes the lowermost Toarcian, the *paltum* Subzone, which was introduced by HOWARTH (1973, p. 267). The exact horizon of the Hechingen specimen is unknown. It is not out of question whether it occurs together with *Pleuroceras*, since at other localities *Pleuroceras* occurs in all limestone beds of the „Costaten-Kalk". The lowermost horizontized specimens of *Dactylioceras* have been found in a thin bed of dark bituminous shale 0,30 — 0,40 m below the base of the „Schwarzer Jura ε" by EINSELE & SEIBOLD (1961, p. 240) and PANNKOKE (1965, p. 54). Just below this bed I found *Pleuroceras* cf. *hawskerense* at Pliensbach and Notzingen (3 km north of Kirchheim). The defined boundary

Pliensbachian/Toarcian has therefore been identified in the field. It lies 0,30 to 0,40 m below the base of the „Tafelfleins“ (= base of the „Schwarzer Jura ε“).

4. Conclusion

At the type locality the Upper Pliensbachian reaches the greatest thickness (27 m) known in SW-Germany. All 5 subzones have been identified. Since the defined base and also the top are recognizable in the terrain, the type locality chosen by OPPEL (1856—1858) meets the requirements of the stratigraphic code of today.

Für folgende Hilfen bedanke ich mich herzlich: für Präparationsarbeiten bei den Herren W. Diem, M. Kapitzke und cand. geol. G. Gebhardt, für Fotoarbeiten bei Herrn H. Lumpe, für Schreibarbeiten bei Frau J. Buchta, sowie für Hinweise und Diskussionen bei Herrn Dipl.-Geologen R. Schlatter (alle Ludwigsburg), Prof. R. Fischer (Marburg), Dr. M. K. Howarth (London), Dr. R. Schlegelmilch (Aalen) und für Hilfe bei der Übersetzung Frau E. Katzschner (Berlin) und Dr. B. Herting (Ludwigsburg). Die VEDEWA gestattete die Untersuchung eines Rohrleitungsgrabens; hierfür danke ich Herrn Dipl.-Ing. Rieg.

Literature

BECHTER, P. (1937): Der Lias in der Umgebung von Aalen. — Thesis Univ. Tübingen, 78 pp., 6 pls.; Tübingen.

BESSLER, J. (1935): Zur Kenntnis des Lias Delta (Amaltheenschichten) der Langenbrückener Senke. — Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F. **24**, p. 82—90, 2 figs.; Stuttgart.

BONARELLI, G. (1894): Contribuzione alla conoscenza Guira-lias lombardo. — Atti Acad. Sci. Torino, **30**, p. 63—78; Torino.

DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1961): The Liassic ammonite zones and subzones of the Nord-west European province. — Bull. British Museum (Natur. Hist.), Geol., **4**/10, p. 438—505, pl. 63—75; London.

EINSELE, G. & SEIBOLD, E. (1961): Die geologische Kartierung der Rohrgräben beim Bau der Bodensee-Fernwasserversorgung. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **4**, p. 183—264, fig. 19—44, pl. 6, tab. 11—15; Freiburg.

ENGEL, TH. (1887): Der mittlere Lias im Filsbett bei Eislingen. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **43**, p. 49—68; Stuttgart.

— (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3rd edition, 645 pp., 3 pls., 270 figs.; Stuttgart.

ETZOLD, A., HAHN, W. & KOERNER, U. (1975): Keuper, Jura und Tertiär in Bohrungen der Planungsgemeinschaft BN-Stollen zwischen Bodensee und Neckar. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **17**, p. 89—255, 1 pl., 13 figs.; Freiburg.

FERRETTI, A. (1967): Il limite Domeriano-Toarciano alla Colma di Domaro (Brescia), Stratotipo del Domeriano. — Riv. ital. Paleont. e Stratigr., **73**, p. 741—756, pl. 64; Milano.

— (1970): Il limite Domeriano-Toarciano nei gruppi montuosi del Nerone e del Catria (Appennino Marchigiano). — Riv. ital. Paleont. e. Stratigr., **76**, p. 445—462, pl. 35—36, 3 figs.; Milano.

FISCHER, R. (1975): Die deutschen Mittellias-Falciferen (Ammonoidea; *Protogrammoceras, Fuciniceras, Arieticeras*). — Palaeontographica, A, **151**, p. 47—101, 4 pls., 37 figs.; Stuttgart.

FRAAS, E. (1898): Begleitworte zur Geognostischen Karte von Württemberg, Atlasblatt Kirchheim. 40 pp., 1 geol. map 1 : 50 000; Stuttgart.

FRENTZEN, K. (1934): Der Lias Delta (Amaltheen-Schichten) im Gebiet zwischen Aselfingen und Aalen. — Sitz.-Ber. Heidelberg. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **1934**/2, 73 pp.; Heidelberg.

— (1936): Zur Kenntnis der Ammonitengattung *Onychoceras* WUNSTORF. — Z. Deutsch. geol. Ges., **88**, p. 293—303, pl. 38, 5 figs.; Berlin.

— (1937): Ontogenie, Phylogenie und Systematik der Amaltheen des Lias Delta Südwestdeutschlands. — Abh. Heidelberg. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **23**, 136 pp., 6 pls., 43 figs.; Heidelberg.

GEYER, O. F. (1964): Die Typuslokalität des Pliensbachium in Württemberg (Südwestdeutschland). — Colloque Jurassique, Luxembourg 1962, p. 161—167, 2 figs.; Luxemburg.

HOFFMANN, D. (1967): Rhät und Lias nordwestlich der Frankenalb auf Blatt Seßlach. — Erlanger geol. Abh., **68**, 34 pp., 2 pls., 8 figs.; Erlangen.

HOFFMANN, K. & MARTIN, G. P. R. (1960): Die Zone des *Dactylioceras tenuicostatum* (Toarcien, Lias) in NW- und SW-Deutschland. — Paläont. Z., **34**, p. 103—149, pl. 8—12, 2 figs.; Stuttgart.

HOWARTH, M. K. (1956): The Scalpa Sandstone of the Isle of Raasay, Inner Hebrides. — Proc. Yorkshire geol. Soc., **31**, p. 353—370, pl. 27; Leeds.

— (1958): A monograph of the Liassic family Amaltheidae in Britain. — Palaeontogr. Soc., annual Vol. **111**/Nr. 480 (1957), p. I—XIV + 1—26, pl. 1—4, 12 figs.; Vol. **112**/Nr. 484 (1958), p. XV—XXXVII + 27—53, pl. 5—10, 18 figs.; London.

— (1973): The stratigraphy and ammonite fauna of the Upper Liassic Grey Shales of the Yorkshire Coast. — Bull. British Museum (Natur. Hist.), Geol., **24**/9, p. 237—277, pl. 1—9, 6 figs.; London.

JAHNEL, C. (1970): Stratigraphie, Fazies und Fauna des Lias alpha, beta und gamma im Gebiet des Nördlinger Rieses. — Thesis Univ. München, 123 + XXXI pp., 2 pls., 16 figs.; München.

JORDAN, R. (1960): Paläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Lias delta (Domerium) Nordwestdeutschlands. — Thesis Univ. Tübingen, 178 pp., 9 pls., 22 figs.; Tübingen — [Mscr.]

— (1974): Zur Stratigraphie und zur Paläontologie der Ammoniten des oberen Pliensbachium (Jura, Domerium, Lias delta) Nordwestdeutschlands. — Mém. B.R.G.M., **75** (1971), p. 521—532, 3 tabs.; Paris.

KLINGLER, W. (1962): Lias Deutschlands. — *In:* Leitfossilien der Mikropaläontologie, p. 73—122, pl. 9—15, tab. 7—8; Berlin (Borntraeger).

KRUMBECK, L. (1936): Stratigraphie und Faunenkunde des Lias γ in Nordbayern. — Z. Deutsch. geol. Ges., **88**, p. 129—222, pl. 27—31; Berlin.

LANG, W. D. (1913): The Lower Pliensbachian of Charmouth. — Geol. Mag., N.S. **10**, p. 401—412; London.

LORD, A. & MOORLEY, A. (1974): On *Ogmochoncha ambo* LORD and MOORLEY sp. nov. — Stereo-Atlas of Ostracod Shells 2/3, p. 9—16; Leicester.

MALZ, H. (1971): Zur Taxonomie „glattschaliger" Lias-Ostracoden. — Senckenbergiana lethaea, **52**, p. 433—455, 5 pls., 4 figs.; Frankfurt.

— (1975): Eine Entwicklungsreihe „vallater" Ogmoconchen (Ostracoda) im S-deutschen Lias. — Senckenbergiana lethaea, **55**, p. 485—503, 3 pls., 4 figs.; Frankfurt.

OPPEL, A. (1856—1858): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **12**, p. 121—556, **13**, p. 141—396, **14**, p. 121—291; Stuttgart.

PANNKOKE, E. (1965): Die Ammonitenfauna des Posidonienschiefers von Holzmaden (Württemberg). — Thesis Univ. Tübingen, 68 pp., 4 pls., 17 figs.; Tübingen.

PLUMHOFF, F. (1967): Die Gattung *Aphelocythere* (Ostracoda) im NW-europäischen Jura und zur Entwicklung der Mikrofauna am Übergang Domerium/Toarcium. — Senckenbergiana lethaea, **48**, p. 549—577, pl. 1—4, 2 figs.; Frankfurt.

QUENSTEDT, F. A. (1843, 1851): Das Flözgebirge Würtembergs mit besonderer Rücksicht auf den Jura. 1st ed., 558 pp.; 2nd ed., VIII + 578 pp.; Tübingen (Laupp).

— (1858): Der Jura. 842 pp., 103 pls., 42 figs.; Tübingen (Laupp).

— (1882—1885): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. 1. Band. Der Schwarze Jura (Lias). 440 pp., 54 pls.; Stuttgart (Schweizerbart).

SCHINDEWOLF, O. H. (1961): Die Ammoniten-Gattung *Cymbites* im deutschen Lias. — Palaeontographica, A, **117**, p. 193—232, pl. 19—31, 33 figs.; Stuttgart.

SCHIRMER, W. (1965): Zur Faunengliederung im Mittleren Lias (Pliensbachian) Frankens. — Geol. Bl. NO-Bayern, 15, p. 193—198, pl. 5; 1 tab.; Erlangen.

SCHLATTER, R. (1977): The biostratigraphy of the Lower Pliensbachian at the type locality (Pliensbach, Württemberg, SW-Germany) — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 27, 29 pp., 4 pls., 5 figs., 1 tab.; Stuttgart.

SCHLEGELMILCH, R. (1976): Die Ammoniten des süddeutschen Lias. 211 pp., 51 pls.; Stuttgart (Fischer).

SCHMIDT-EFFING, R. (1972): Die Dactylioceratidae, eine Ammoniten-Familie des unteren Jura. — Münster Forsch. Geol. u. Paläontol., **25/26**, 255 pp., 19 pls., 31 figs., 7 tabs.; Münster.

TRIEBEL & KLINGLER, W. (1959): Neue Ostracoden-Gattungen aus dem deutschen Lias. — Geol. Jb., **76**, p. 335—372, 9 pls., 1 fig.; Hannover.

URLICHS, M. (1975): Über einen Kondensationshorizont im Pliensbachium (Lias) von Franken. — Geol. Bl. NO-Bayern, **25**, p. 29—38, 3 figs.; Erlangen.

WIEDMANN, J. (1970): Über den Ursprung der Neoammonoidea — Das Problem einer Typogenese. — Eclogae geol. Helvetiae, **63**, p. 923—1020, 10 pls., 31 figs.; Basel.

ZEISS, A. & SCHIRMER, W. (1965): Über den obersten Lias bei Hetzles ostwärts Erlangen. — Geol. Bl. NO-Bayern, **15**, p. 189—193, 1 fig.; Erlangen.

ZIETEN, C. H. v. (1830—1833): Die Versteinerungen Württembergs. — 102 pp., 72 pls.; Stuttgart (Expedition des Werkes unserer Zeit).

ZWIESELE, H. (1898): Der Amaltheenton bei Reutlingen. — Thesis Univ. Bern, 39 pp., 1 pl.; Bern.

Plate 1

Fig. 1. *Amaltheus stokesi* (SOWERBY); Schwarzer Jura γ; 1a: lateral view, 1b: ventral view; Nürtingen; inv.-no. 23217. — x 1,5.

Fig. 2. *Amaltheus gloriosus* HYATT; 2a: lateral view, 2b: ventral view; Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section R, 4,6 m: inv.-no. 23218. — x 1.

Fig. 3. *Amaltheus stokesi* (SOWERBY); Schwarzer Jura γ; Pliensbach, section M, 0,2 m; inv.-no. 23219. — x 1.

Fig. 4. *Amaltheus subnodosus* (YOUNG & BIRD); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section Q, 2,8 m; inv.-no. 23220. — x 1.

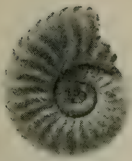
Fig. 5. *Amaltheus striatus* HOWARTH; Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section Q, 2,8 m; inv.-no. 23221. — x 1.

Fig. 6. *Amaltheus gibbosus* (SCHLOTHEIM); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 12,2 m; inv.-no. 23222. — x 1.

Fig. 7. *Amaltheus margaritatus* (MONTFORT); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 11,8 m; inv.-no. 23223. — x 1.

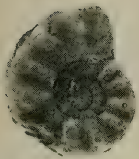
Fig. 8. *Amaltheus laevigatus* HOWARTH; Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 12,0 m; inv.-no. 23228. — x 1.

All specimens: Staatliches Museum für Naturkunde. Stuttgart. — Foto: H. Lumpe.

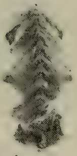


1a

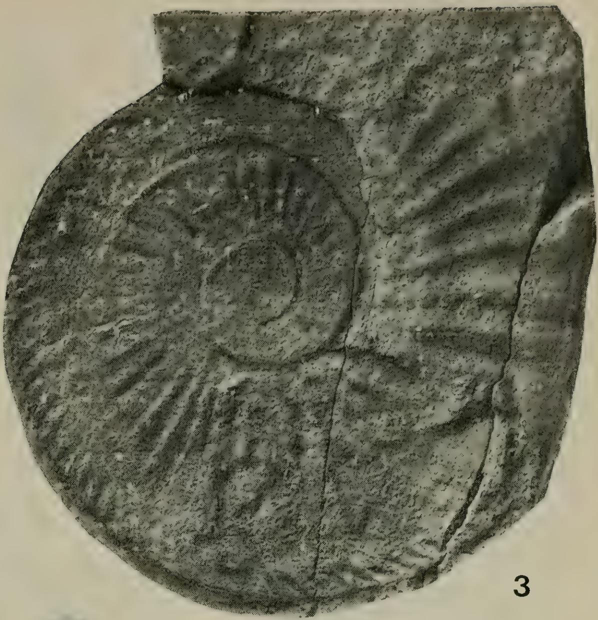
1b



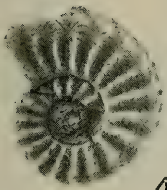
2a



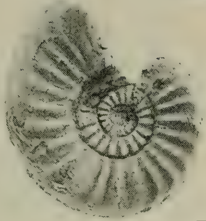
2b



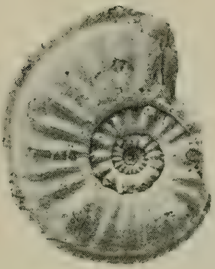
3



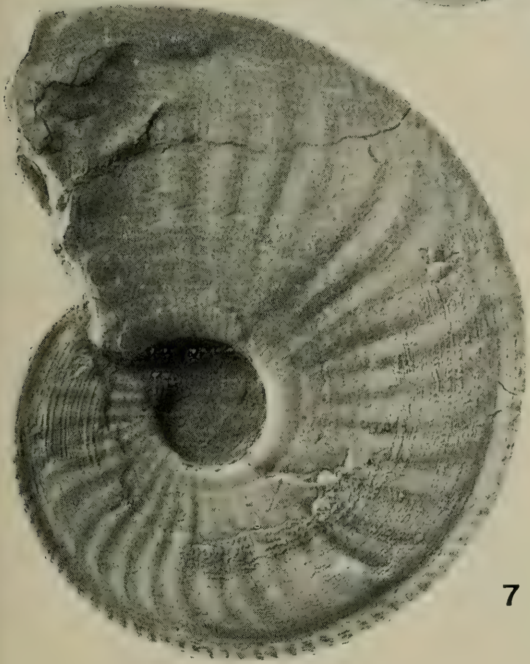
4



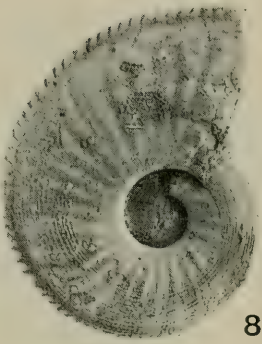
5



6



7



8

Plate 2

Fig. 1. *Pleuroceras transiens* (Frentzen); 1a: lateral view, 1b: ventral view; Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section Q, 23,2 m; inv.-no. 23229. — x 1.

Fig. 2. *Amauroceras ferrugineum* (Simpson); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 8.35 m; inv.-no. 23230. — x 1.

Fig. 3. *Pleuroceras* cf. *hawskerense* (Young & Bird); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section Q, 25,7 m; inv.-no. 23231. — x 1.

Fig. 4. *Pleuroceras* aff. *apyrenum* (Buckman) (= *P. reichenbachense* Schlegelmilch); Schwarzer Jura δ; 4a: frontal view, 4b: lateral view; Reichenbach near Aalen, inv.-no. 23232. — x 1.

Fig. 5. *Derolytoceras tortum* (Quenstedt); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section Q, 2,8 m; inv.-no. 23233. — x 1.

Fig. 6. *Cymbites centriglobus centriglobus* (Oppel); 6a: lateral view, 6b: frontal view; Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 10,70 m; inv.-no. 23234. — x 1,5.

Fig. 7. *Cymbites centriglobus nanus* Schindewolf; 7a: lateral view, 7b: frontal view; Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 10,70 m; inv.-no. 23235. — x 1,5.

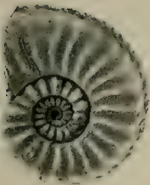
Fig. 8. *Sowerbyceras tortisulcoides* (Quenstedt); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 8,10 m; inv.-no. 23237. — x 1.

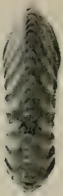
Fig. 9. *Fuciniceras compressum* (Monestier); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 10,40 m; inv.-no. 23236. — x 1,5.

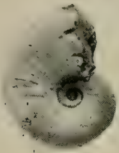
Fig. 10. *Protogrammoceras depressum* (Quenstedt); Schwarzer Jura δ; Pliensbach, section S, 10,60 m; inv.-no. 23238. — x 1.

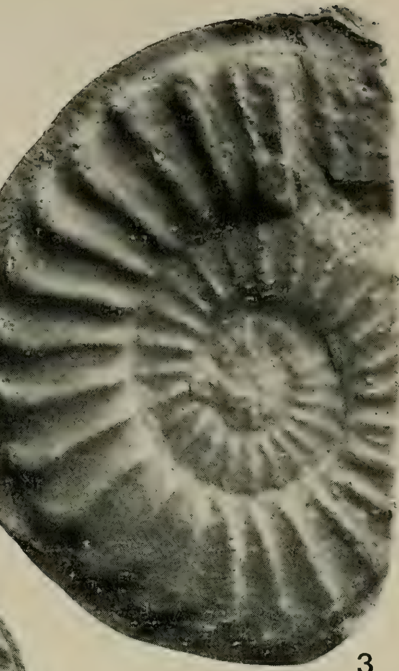
Fig. 11. *Protogrammoceras* cf. *depressum* (Quenstedt); Schwarzer Jura δ, Costatenkalk; Sunthausen, 9 km NE Donaueschingen; inv.-no. 23239. — x 1.

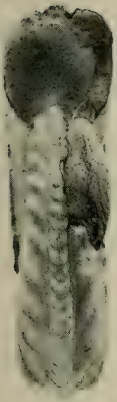
All specimens: Staatliches Museum für Naturkunde. Stuttgart. — Foto: H. Lumpe.

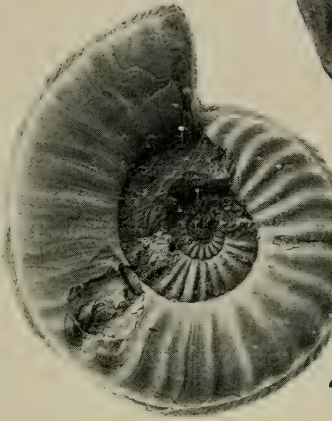

1a

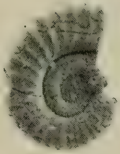

1b

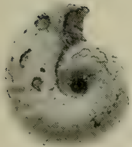

2

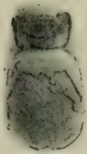

3

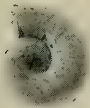

4a

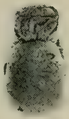

4b

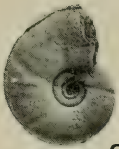

5

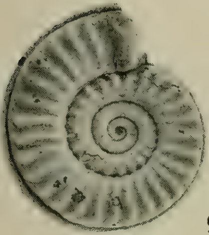

6a

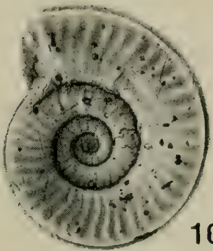

6b

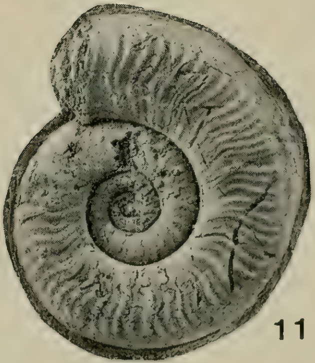

7a


7b


8


9


10


11

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde
Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

SMITHSONIAN
MAY 26 1978
LIBRARIES

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 29 Stuttgart 1977

Remarks to the Aalenian of the Swabian Alb

By H. Rieber, Zürich

With 2 tables

In 1864 Ch. Mayer used the term Aalenian — resp. "Etage aalénien, Aalen-Stufe, Aalenio, Aalen-series" — in his "Tableau synchronistique des terrains jurassiques" for the first time without any comments. He placed it between the Toarcian and the "Bath-series". These stages had been founded by d'Orbigny and d'Omalius d'Halloy. To specify the stratigraphic extension of the Aalenian, Mayer listed in his table of 1864 the following four names of layers and localities:

Couches de Giengen ou à *Am. Sowerbyi*
Couches de Cheltenham ou à *Am. Murchisonae*
Couches de Gundershofen ou à *Trigonia navis*
Couches de Boll ou à *Am. torulosus.*

1874 Ch. Mayer put the "Couches de Gingen" to the Bajocian — he used the term "Bajocium" for the first time in this table. Therefore the Aalenian sensu Mayer 1874 ended with the "Couches de Cheltenham". In further, not published tables (1881, 1884, 1888) Mayer kept up with unimportant retouchings (1884, 1888 he omitted the locality Boll, but kept the couches à *Am. torulosus*) the stratigraphic extension of the Aalenian he had chosen 1874.

Until the first "Colloque du jurassique, Luxembourg" (1962) the Aalenian was interpreted in different ways by various authors (Tab. 1). The reason for these different interpretations was that Mayer had not defined the boundaries of the Aalenian exactly, because the layers and localities had been chosen very unsuitably. Furthermore the new stage overlapped partially with the Toarcian, because d'Orbigny (1852, p. 464) included the „Opalinuston" of Southwestern Germany to the Toarcian.

By the refinement and completion of the succession of zones resulted difficulties and disagreements concerning the position of the boundaries. Hence E. Haug stated 1885 that the two lower zones of the Dogger ("Zone des *Ammonites torulosus*" and "Zone der *Trigonia navis*") — proposed by A. Oppel (1856) — contain the same fauna and therefore are only two contemporaneous sediments of different facies. *Trigonia navis* is not appropriate as an index fossil, because it has a very wide stratigraphic range and is dependent considerably on the variations of the facies.

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 29 Stuttgart 15. 5. 1977

The position of the lower boundary of the Bajocian of D'OBRIGNY has been interpreted differently for a long time. Detailed investigations of the type sections by J. GABILLY & M. RIOULT (1971) yielded, that the Bajocian sensu D'ORIBGNY begins with the zone of *Sonninia sowerbyi*. Consequently the lower boundary of this stage is situated between the zones of *Graphoceras concavum* and *Sonninia sowerbyi*.

The opinions whether the Aalenian should be kept as an independent stage between Toarcian and Bajocian or not vary a great deal. GABILLY & RIOULT (1971) proposed as a compromise to include the Aalenian as a substage into the Toarcian

	Haugia variabilis	Grammoceras thouarense	Hammatoceras insigne	Dumortieria pseudoradiosa	Pleydellia aalensis	Leioceras opalinum	Ludwigia murchisonae	Graphoceras concavum	Sonninia sowerbyi	Otoites sauzei	Stephanoceras humphriesianum	Strenoceras subfurcatum		Zones (Standard Zones) after MOUTERDE, ENAY et al. (1971) ▨ Bajocian ■ Aalenian ▧ Toarcian Extension of Aalenian sensu various authors since D'ORBIGNY
◁	▧	▧	▧	▧	▧	▧								D'ORBIGNY (1852, S. 464; after GABILLY, 1964, S. 198)
											▨	▨	▷	D'ORBIGNY (1850, S. 261-262; after RIOULT 1964, S. 250)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	■	«Bath-series»			▷	MAYER (1864)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	MAYER (1874)
◁	▧	▧	▧	■	■	■	■	■	■	▨	▨	▨	▷	HAUG (1892)
◁	▧	▧	▧	■	■	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	HAUG (1910)
◁	▧	▧	▧	▧	■	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	ARKELL (1933, S. 165 and 189)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▷	ARKELL (1956)
◁	▧	▧	▧	■	■	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	MOUTERDE (1961, S. 409)
◁	▧	▧	▧	■	■	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	MAUBEUGE (1962/1964, S. 206)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	Colloque du Jurassique Luxembourg (1962/1964, recommendations)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	RIEBER (1963)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	HÖLDER (1964)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	MOUTERDE et al. (1971)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	▧ ■	▧ ■	▧ ■	▨ *	▨	▨	▨	▷	* Aalenian as substage of Toarcian GABILLY and RIOULT (1967/1971)
◁	▧	▧	▧	▧	▧	■	■	■	▨	▨	▨	▨	▷	DUBAR, ELMI et al. (1967/1971, solution 4)

Tab. 1: The use and stratigraphic extension of the Aalenian related to the modern succession of zones (standard zones) by several authors since CH. MAYER 1864.

and consequently to attribute it to the Lias. There is, however, no agreement whether the Aalenian should be assigned to the Lias or to the Dogger (see GABILLY & RIOULT 1971).

The type locality of the Aalenian is the town of Aalen (75 km E of Stuttgart, SW Germany). P. L. MAUBEUGE (1964, p. 209) proposed an exposure near Attenhofen, a small village situated 8 km NNW Aalen, as stratotype of the Aalenian. However, in this section ammonites are rare and furthermore there is exposed only the upper part of the Aalenian. Actually these circumstances render the correlation with other regions more difficult. Altogether the development of the Aalenian in the region of Aalen differs remarkably, mainly in the upper part, from the development in the central and the western part of the Swabian Alb (regions of Balingen — Rottweil and Achdorf/Wutach). In these regions the Aalenian is considerably richer in ammonites. Hence there is to examine, if the stratotype — provided that it is actually suitable to define a stratoype — should be determined exactly in the region of Aalen. According to the names of layers and localities mentioned by MAYER, there is no reason to do so.

In the western part of the Swabian Alb H. RIEBER (1963) subdivided the Aalenian into zones and subzones (interpreted as standard zones and subzones) as listed in table 2. This succession corresponds to a large extent to that of the Aalenian resp. Lower Bajocian of Great Britain (according to ARKELL 1956). However, the succession of zones and subzones found by RIEBER was put in question by W. SPIEGLER (1966), but D. CONTINI (1966) and recently G. DUBAR, S. ELMI et al. (1971) confirmed and refined it.

The sediments of the lower part of the Aalenian, the socalled "Opalinuston" or "Braunjura α", are developed very constantly as more or less marly, dark-grey, shaly claystones, which become sandy towards the upper part in spite of their inconstant thickness. However, the upper part ("Murchisonae-Schichten") or "Braunjura β" corresponding to the *comptum* till *concavum* zones sensu RIEBER 1963) shows different developments in the various regions of the Swabian Alb.

The region of Aalen and Geislingen is especially famous for its iron ore deposits (red-brown, fine-oölitic, ferruginous sandstones), which alternate with sandstones, more or less sandy claystones, and limestones (H.-S. WEBER 1964). In the region between Kirchheim u. T. and Reutlingen (central part of the Swabian Alb) the Upper

	RIEBER 1963		CONTINI 1969		DUBAR, ELMI et al. 1971 (solution 4)	
Stages	Zones	Subzones	Zones	Horizons resp. Subzones	Zones	Subzones resp. Horizons
Bajocian p.p.	Discites		Discites	Hyperlioceras	Discites	Hyperlioceras
				Formosum		Toxolioceras
Aalenian	Concavum		Concavum	?	Concavum	Haplopleuroceras
				Concavum-Cornu		Arcitenens
	Murchisonae	Bradfordiensis	Murchisonae	Gigantea	Murchisonae	Bradfordensis
				Bradfordensis		
		Discoidea		Murchisonae		Murchisonae
		Sehndensis		Sehndensis		
		Sinon		Opalinoides		Sinon
	Comptum Scissum	Comptum	Opalinum	Crassicostatum	Opalinum	Plicatellum
				Bifidatum		
	Opalinum	Opalinum		Lineatum		
				Opaliniforme		Opalinum
				Subglabrum		
Toarcian p.p.	not listed		Aalensis	Buckmani	not listed	

Tab. 2: The succession of zones and subzones resp. horizons of the Aalenian according to H. RIEBER (1963), D. CONTINI (1969), and G. DUBAR & S. ELMI et al. (1971).

Aalenian consists of thick shaly claystones with a few ferruginous limestones. Ammonites are rare and restricted to the limestone layers. From the region of Balingen to the southwest the thickness of the layers of the Upper Aalenian decreases, but the number and mainly the thickness of the limestone layers increase. The majority of the partly chamosite oölitic limestone layers contains ammonites. Therefore it was possible to establish a detailed stratigraphic subdivision for this region. The so-called *concava*-bed in the uppermost part of the *murchisonae*-layers is a very tough limestone layer of about 15—20 cm thickness with many mud pebbles. It can be traced from the central to the most southwestern part of the Swabian Alb and is outstandingly suitable as a reference horizon.

The ammonites and the stratigraphy of the Aalenian of the Swabian Alb have been described in the last years by H. RIEBER (1963), H.-S. WEBER (1964), and U. BAYER (1969). In former times extensive studies were published by F. A. QUENSTEDT (1887), E. HORN (1909), and E. LÖRCHER (1939). A dominant element of the fauna of the Aalenian of southwestern Germany are the representatives of Graphoceratidae (*Leioceras* s. l., *Staufenia* s. l., *Ludwigia,* and *Graphoceras* s. l.). In addition to them representatives of the Hammatoceratidae [*Tmetoceras scissum* (BENECKE) and *Sonninia (Poecilomorphus)*] occur in scattered specimens.

Tmetoceras scissum (BENECKE) was found in the Upper Opalinuston of Boll and in the zone of *Leioceras comptum* of the western Swabian Alb. The following Hammatoceratidae are known thus far:

In the Upper Opalinuston of the region of Balingen: *Hammatoceras* sp. (not yet published); in the subzone of *Staufenia sinon* of Achdorf; *Erycites* sp. (not yet published); in the subzone of *Staufenia discoidea* of the western Alb: *Planammatoceras planiforme* BUCK. (in RIEBER 1963); in the subzone of *Ludwigia bradfordensis* near Achdorf: *Hammatoceras* aff. *planinsigne* VACEK (in RIEBER 1963) and various other not identified representatives of *Hammatoceras* (not yet published); in the zone of *Graphoceras concavum* of Metzingen: *Hammatoceras diatematoides* (MAYER), *Hammatoceras* aff. *subinsigne* (OPPEL) (in RIEBER 1963) and *Euaptetoceras* cf. *amplectens* (BUCK.) (in BAYER 1969). In the zone of *Graphoceras concavum* of Achdorf/Wutach were found by U. BAYER 1969: *Euaptetoceras euaptetum* (BUCK.) and *amplectens* (BUCK.), as well as *Eudmetoceras* aff. *eudmetum* BUCK. One specimen of *Sonninia (Poecilomorphus) boweri boweri* (BUCK.) and one of *S. (P.) schlumbergeri* (HAUG) were described by RIEBER 1963 from the zone of *Graphoceras concavum* of Metzingen (central part of the Swabian Alb).

References

ARKELL, W. J. (1933): Jurassic System of Great Britain. 681 p., 97 figs., 41 pls.; Oxford.

— (1956): Jurassic Geology of the world. 806 pp., 102 figs., 26 tabs., 46 pls.; Edinburgh & London.

BAYER, U. (1969): *Euaptetoceras* und *Eudmetoceras* (Ammonoidea, Hammatoceratidae) aus der *concava*-Zone (Ober-Aalenium) Süddeutschlands. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **133**, p. 211—222, 4 figs., pl. 24—28; Stuttgart.

— (1969): Die Gattung *Hyperlioceras* BUCKMAN (Ammonoidea, Graphoceratidae) aus dem Unter-Bajocium (*discites*-Schichten), insbesondere vom Wutachtal (Südbaden). — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **51**, p. 31—70, 12 figs., 4 pls.; Stuttgart.

Colloque sur le Lias français ‚Chambéry' 1960. — Mém. B. R. G. M., 4; Paris 1961.

Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962. — Publ. Inst. gd.-duc., Sect. Sc. nat. phys. math. 948 pp.; Luxembourg 1964.

Colloque du Jurassique à Luxembourg 1967. — Mém. B. R. G. M., Fr., **75**; Paris 1971.

CONTINI, D. (1969): Les Graphoceratidae du Jura franc-comtois. — Ann. sc. Univers. Besançon, 3e sér., Géol., 7, 95 pp., 24 pls.; Besançon.

DUBAR, G., ELMI, S., MOUTERDE R. & RUGET-PERROT, CH. (1971): Divisions et limites de l'Aalénien (Sud-est de la France et quelques régions méridionales). — Colloque du Jurassique à Luxembourg 1967, p. 397—410; Paris.

GABILLY, J. (1964): Stratigraphie et limite de l'étage Toarcien à Thouars et dans les régions voisines. — Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, p. 193—201; Luxembourg.

GABILLY, J. & RIOULT, M. (1971): Le Bajocien inférieur et le Toarcien supérieur sur les bordures du massif amorcain. Limite entre le Jurassique inférieur et le Jurassique moyen. Problème de l'Aalénien. — Colloque du Jurassique à Luxembourg 1967, p. 385—396; Paris.

HAUG, E. (1892): Communication sur l'étage Aalénien — C. R. Soc. géol. Fr., sér. 3, **20**, p. CLXXIV—CLXXVII.

— (1910): Traité de géologie. II. Les périodes géologiques, fasc. 2, Jurassique et Cétacé, p. 929—1396; Paris.

HÖLDER, H. (1964): Jura. 603 p., 158 fig.; Stuttgart (Enke).

HORN, E. (1909): Die Harpoceraten der Murchisonae-Schichten des Donau-Rhein-Zuges. — Mitt. Bad. geol. Landesanst., **4**/1, p. 251—323, 16 figs., pl. 9—16; Heidelberg.

LÖRCHER, E. (1939): Die Stratigraphie von Braun-Jura (Dogger) β und Ober-α im südwestlichen Württemberg. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württbg., **79**, p. 145—230; Stuttgart.

MAUBEUGE, P. L. (1964): La question de l'étage Aalénien et son stratotype. — Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, p. 203—215; Luxembourg.

MAYER, CH. (1864): Tableau synchronistique des terrains jurassiques; Zürich.

— (1874): Classification méthodique des terrains de sédiment. p. I—XXIII; Zürich.

MOUTERDE, R. (1961): Le problème de l'aalénien et la limite Lias-Dogger. — Colloque sur le Lias français, Chambéry 1960. p. 407—410; Paris 1961.

MOUTERDE, R., ENAY, R., CARIOU, E., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J., MANGOLD, CH., MATTEI, J., RIOULT, M., THIERRY, J. & TINTANT, H. (1971): Les zones du Jurassique en France. — C. R. Séances Soc. Géol. France 1971, fasc. 6, p. 1—27; Paris.

OPPEL, A. (1856—1858): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. 857 pp.; Stuttgart.

ORBIGNY, A. D' (1850): Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. **1**, 394 pp.; Paris (Masson).

— (1852): Cours élémentaires de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques, **2**/II, p. 333—848; Paris (Masson).

QUENSTEDT, F. A. (1887): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. **2**, p. 441—816, pl. 55—90; Stuttgart (E. Schweizerbart).

RIEBER, H. (1963): Ammoniten und Stratigraphie des Braunjura β der Schwäbischen Alb. — Palaeontographica, A, **122**, p. 1—89, 25 figs., 8 pls.; Stuttgart.

RIOULT, M. (1964): Le stratotype du Bajocien. — Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, p. 239—258; Luxembourg.

SPIEGLER, W. (1966): Graphoceratidae des Ober-Aalenium (Jura, NW-Deutschland). — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **35**, p. 5—113, 9 pls.; Hamburg.

WEBER, H.-S. (1964): Zur Stratigraphie und Ammonitenfauna des Braunjura (Dogger) β der östlichen Schwäbischen Alb. — Arb. geol.-paläont. Inst. Techn. Hochsch. Stuttgart, N. F. **44**, p. 1—174, 2 tabs., 3 pls.; Stuttgart.

Adress of the author: Prof. Dr. H. Rieber, Paläontologisches Institut der Universität, Künstlergasse 16, CH - 8006 Zürich, Switzerland.

7

MAY 26 1978
LIBRARIES

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 30 Stuttgart 1977

The Aalenian at the Type Locality

by Gerd Dietl, Ludwigsburg & Andreas Etzold, Freiburg i. Br.

With 2 plates and 3 textfigures

Introduction

The town of Aalen is situated about 70 kilometers east of Stuttgart at the northern edge of the Swabian Alb. Aalen itself and its environment have been the place of successful mining first documented in 1366.

Ferrugineous oolite horizons within the lower "Braunjura" (Brown Jurassic) have been mined and melt together with pea iron-ore of the Swabian Alb. This mining continued with interruptions for some centuries until the year 1948. It has been of a great economical importance for Württemberg.

In connection with this mining activities as early as in the last century some authors studied the sequence of layers opened by the mining and the fossils of these series. Today this material is kept in several European museums and geological university institutes.

The town of Aalen was very well known to the geologists of the last century: v. Zieten (1830), for example, named an ammonite of the upper "Schwarzjura" (Black Jurassic) from Wasseralfingen *Ammonites aalensis* [= *Pleydellia aalensis*]. Another geologist (Ch. Mayer) used the name of the town of Aalen in a lithographic table produced in the year 1864 to denominate the layers of the lower "Braunjura" (Brown Jurassic) as follows: Etage aalénien, Aalenstufe, Aalenio, Aalen-series.

Later on the term Aalenian was used by other authors in different ways. This is discussed by Rieber (1977) in detail.

Maubeuge (1964) proposed an outcrop near the village Attenhofen (today Aalen-Attenhofen) as stratotype for the upper part of the Aalenian. In the meantime the lithostratigraphy and biostratigraphy of this outcrop and of others nearby was investigated by Weber (1964; 1967).

For the first time sections of layers opened by mining were given by Schuler (1865) and O. Fraas (1871). Quenstedt (1843; 1858) was the first who described the fossils of these layers in detail. Descriptions of the stratigraphy of the Aalenian in the region of Aalen were also given by Schleh (1925), Bozenhardt (1936), Groschopf (1957), v. Freyberg (1960), Maubeuge (1964), and Weber (1964; 1967).

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 30 Stuttgart, 15. 5. 1977

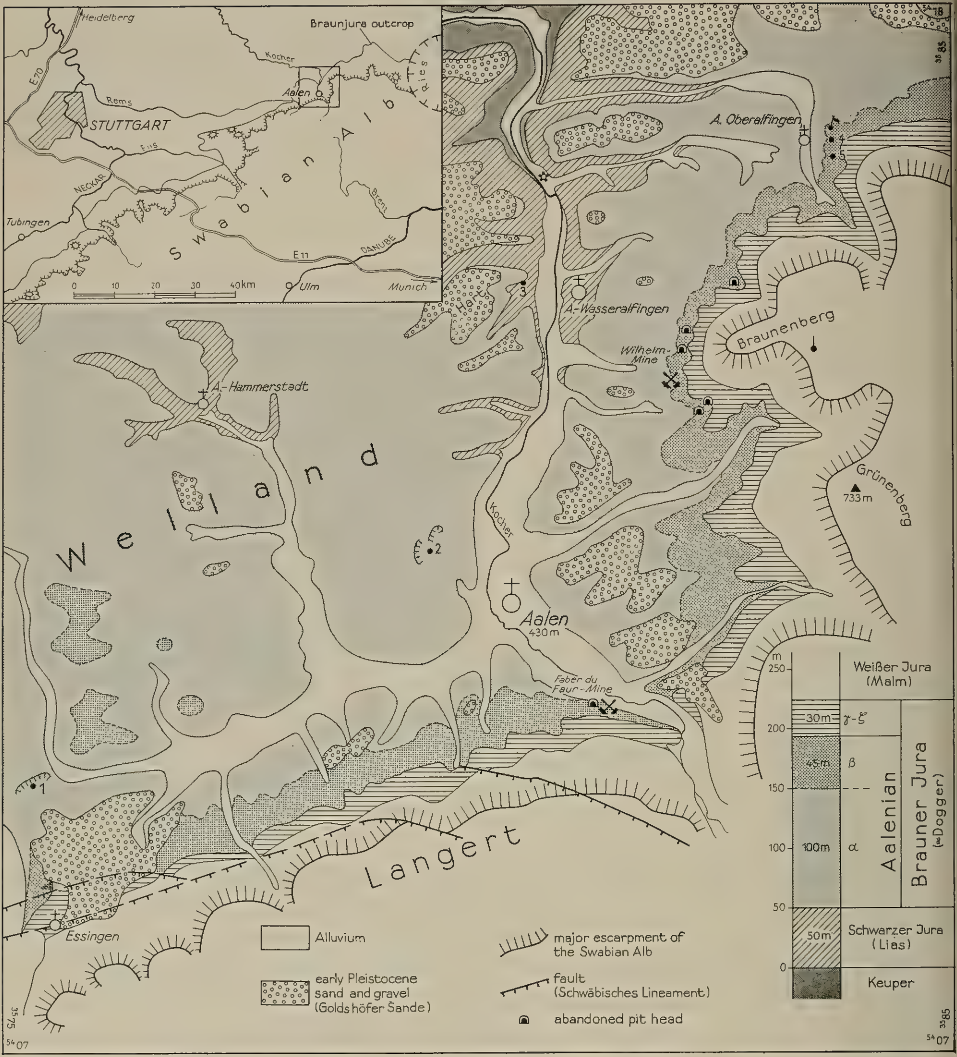

Heidelberg
Braunjura outcrop
Kocher
Ries
E70
Rems
Aalen
STUTTGART
Fils
NECKAR
Tubingen
Swabian Alb
Brenz
E11
DANUBE
Ulm
Munich
0 10 20 30 40km
18
A. Oberalfingen
4
5
Hart
3
A.-Wasseralfingen
Braunenberg
Wilhelm-Mine
A.-Hammerstadt
Welland
Grünenberg
733m
Kocher
2
Aalen
430m
Faber du Faur-Mine
1
Langert
Essingen
Alluvium
early Pleistocene sand and gravel (Goldshöfer Sande)
major escarpment of the Swabian Alb
fault (Schwäbisches Lineament)
abandoned pit head
m
250
200
150
100
50
0
Weißer Jura (Malm)
30m
γ-ξ
45m
β
100m
α
Aalenian
Brauner Jura (≈Dogger)
50m
Schwarzer Jura (Lias)
Keuper
35 75
54 07
35 85
54 07

Fig. 1. Geological sketch of the Aalen region with important outcrops in the Aalenian. (1) New brick pit near Essingen (Opalinus-Ton); (2) brick pit in Aalen (Opalinus-Ton); (3) rode-side slope in Aalen-Wasseralfingen "Gewann Hart" (columnar section, fig. 2); (4) brooklet ravine in the Braunjura β (WEBER 1964, profile 63); (5) brooklet ravine (columnar section, fig. 3; WEBER 1964, profile 62).

ALDINGER & FRANK (1944), WILD (1950), WERNER (1959), and ROGOWSKI (1971) particularly studied the sedimentology and petrography of these layers of the lower "Braunjura". A summary of the geology of the ferrugineous sandstones of the Aalenian in SW-Germany can be found in the publication of FRANK, GROSCHOPF & WILD (1975). Geological mapping of the region of Aalen has been done by O. FRAAS (1871) in the scale 1 : 50 000, and by SEIBOLD (1950) in the scale 1 : 25 000 (manuscript). The new geological map of Baden-Württemberg in the scale 1 : 25 000, sheet no. 7126 (Aalen) with comments by ETZOLD & SEIBOLD is in preparation.

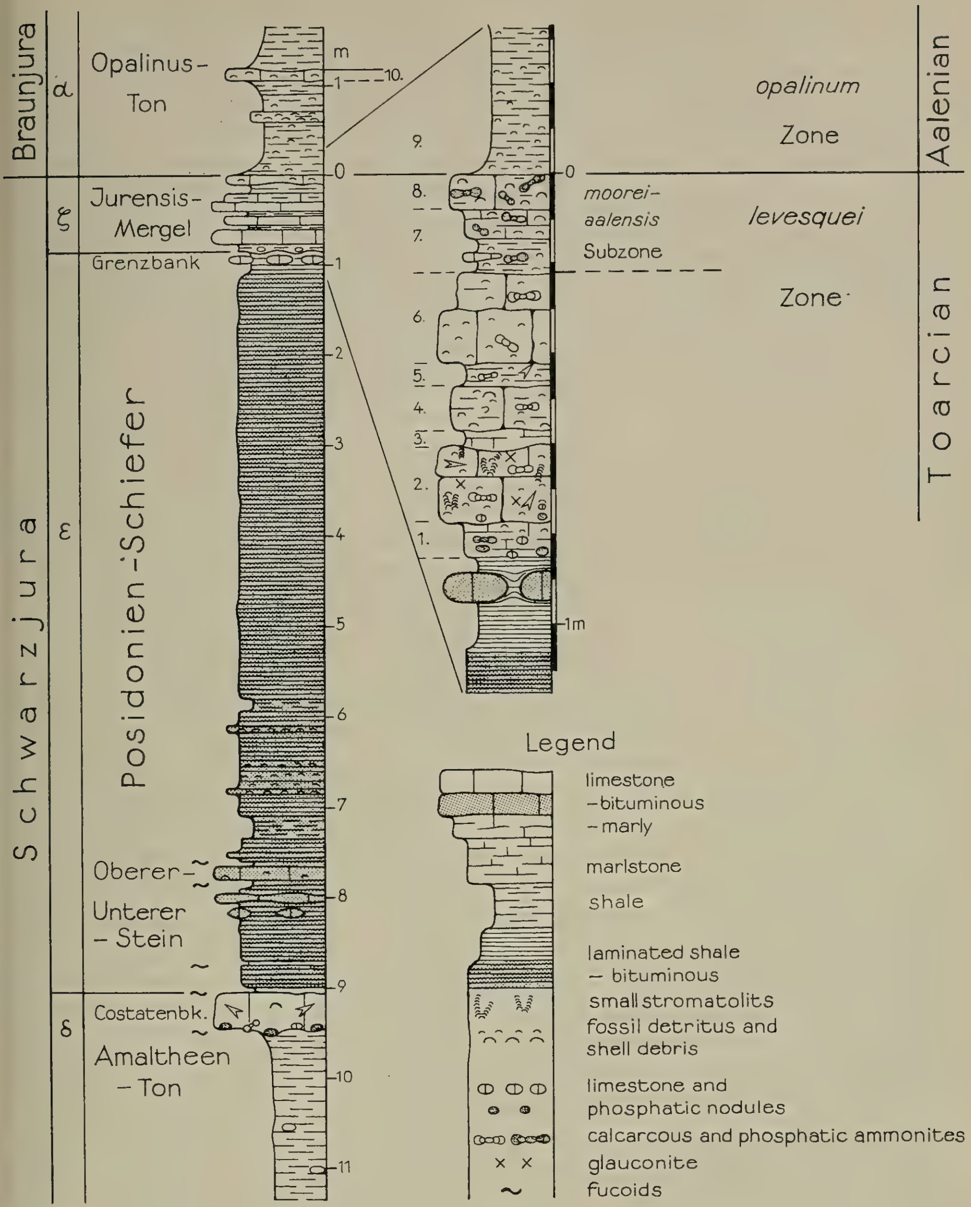

Braunjura
α
Opalinus-Ton
m
1
10.
0
ζ
Jurensis-Mergel
Grenzbank
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Schwarzjura
ε
Posidonien-Schiefer
Oberer-
Unterer
- Stein
δ
Costatenbk.
Amaltheen
- Ton
9.
8.
7.
6.
5.
4.
3.
2.
1.
0
1m
moorei-
aalensis
Subzone
opalinum
Zone
levesquei
Zone
Aalenian
Toarcian
Legend
limestone
-bituminous
-marly
marlstone
shale
laminated shale
– bituminous
small stromatolits
fossil detritus and
shell debris
limestone and
phosphatic nodules
calcarcous and phosphatic ammonites
glauconite
fucoids

Fig. 2. Columnar section of the upper Schwarzjura (Posidonien-Schiefer and Jurensis-Mergel) and the boundary Lias/Dogger in detail. Rode-side slope in Aalen-Wasseralfingen "Gewann Hart" (co-ordinates: r = 35 83 730, h = 54 16 360).

Boundary "Schwarzjura"/"Braunjura"

The boundary "Schwarzjura"/"Braunjura" can be seen only by digging or in artificial outcrops existing for a short time as a rule. O. Fraas (1871) was the first to describe the succession of layers in the boundary of "Schwarzjura"/"Braunjura" within the town district of Aalen-Wasseralfingen. Other sections were given by Straub (1946: Aalen-Hammerstadt), by Brockert (1959: Aalen-Wasseralfingen), and by SEILER & VILLINGER (1966: Aalen-Dewangen and Aalen-Brausenried). All these sections belong to the "Reichenbacher Sattel" (STRAUB 1946, 58), a region where the layers of the "Schwarzjura ζ" are very condensed.

In spring 1976 there was a good outcrop of the boundary "Schwarzjura"/"Braunjura" during a road-building in the western part of Aalen-Wasseralfingen. There the layers of the "Posidonienschiefer" (Posidonia shales) with a thickness of 8 meters are followed by the "Jurensis-Mergel" (Jurense marl) of the "Schwarzjura ζ" which are rich in fossils ("Ammoniten-Breccie": ENGEL 1894) and only a bare meter thick. (The columnar section is given in fig. 2 of this paper.) The "Jurensis-Mergel" contain the following ammonites: in the layer no. 1 and no. 2 *Hildoceras* sp. and *Catacoeloceras* sp. can be found as phosphatic casts. A group of students once more investigating the same section under the assistance of J. WIEDMANN, Tübingen, besides noted *Grammoceras thouarsense* (D'ORBIGNY) out of the layer no. 2. In the layer no. 3 and no. 4 containing mainly ammonites of a bad preservation, the same students found some ammonites, which they determinated as *Phlyseogrammoceras dispansum* (LYCETT) and *Dumortieria levesquei* (D'ORBIGNY) (pers. commun. J. WIEDMANN, Tübingen). In the layers no. 5 and 6 which look like the „Hammerstadter Breccie" almost merely ammonites of the genera *Dumortieria* can be found, e. g. the common *Dumortieria radiosa* (v. SEEBACH). These ammonites suggest that probably these layers represent the „Dumortierien-Zone" (BROCKERT 1959, 124). The „Dumortierien-Zone" (Dumortieria-Zone: BUCKMAN 1910, 88) is the equivalent of the *levesquei* Subzone after DEAN, DONOVAN & HOWARTH (1961). The layers no. 7 and 8 are the richest in fossils and contain the ammonites *Dumortieria moorei* (LYCETT), *Dumortieria costula* (REINECKE), *Dumortieria nicklesi* (BENECKE), *Pseudolioceras compactile* (SIMPSON), *Pleurolytoceras hircinum* (SCHLOTHEIM), *Pleydellia subcompta* (BRANCO), *Pleydellia aalensis* (ZIETEN).

According to DEAN, DONOVAN & HOWARTH (1961) *Dumortieria moorei* is the index fossil for the *moorei* Subzone, and *Pleydellia aalensis* is the index fossil for the *aalensis* Subzone. Both ammonites appear in layer no. 7 for the first time and occur also in layer no. 8. In our profile the two subzones cannot be separated.

Layer no. 8 represents the upper limit of the Lias. Above the series of marly limestones of the "Schwarzjura ζ" slaty detritic clay-marls are following, which contain *Pachylytoceras torulosum* (ZIETEN), the index fossil of the lower part of the *opalinum* Zone, exactly at the base. Therefore the change from the "Jurensis-Mergel" to the „Opalinus-Ton" facies (Jurense marl/Opalinum clay) coincidences with the limit Lias/Dogger. Only a few centimeters above the first occurrence of *Pachylytoceras torulosum* (ZIETEN) *Leioceras opalinum* (REINECKE) can be noticed, beside *Pleydellia* sp. indet. At the base of the layer no. 10 *Pleydellia* cf. *fluitans* (DUMORTIER) has been found.

In Aalen-Wasseralfingen, "Gewann-Hart", the lower "Braunjura α" belongs on account of its ammonite assemblage to the *opalinum* Zone. In our outcrop the Aalenian begins within layer no. 9.

Braunjura α

In the region of Aalen the aggregate thickness of the "Braunjura α" amounts to 100—110 meters. A continuous outcrop of the whole stage does not exist. Parts of the stage can be found in clay pits in the west of Aalen. Lately there is a new outcrop in the "Opalinus-Ton" about five kilometers west of Aalen near Essingen. Contrary to the opinion of MAUBEUGE (1964) the characteristic ammonite *Leioceras opalinum* (REINECKE) of the *opalinum* Zone can be found in the outcrops of the "Opalinus-Ton" of Aalen. They are very rare and badly preserved in most cases as well as the bivales and gastropods of these layers. Only in the highest part of the "Opalinus-Ton" a horizon exists which is rich in fossils and contains *Trigonia navis* near Aalen-Wasseralfingen according to O. FRAAS (1871).

In the monotonous silty clays marly lime nodules can be found, concentrated in omission horizons. Besides these there are layers of marly limestone. They are rare and not suitable for the local stratigraphy of the "Opalinus-Ton". The upper limit of the "Opalinus-Ton" is formed by a sandy, marly limestone with a thickness of 10—20 centimeters. This layer is called "Wasserfallbank" ("waterfall bench") (see BOZENHARDT 1936, 83; WEBER 1964, profile 62).

Braunjura β

The best outcrops we have in the "Braunjura β" nowadays are situated north-east of Aalen-Oberalfingen (fig. 1 and 3). There the "Braunjura β" shows a thickness of 42 meters. It begins above the "Wasserfallbank" with slaty shales poor in fossils. These slaty shales become sandy towards the upper part. 30 centimeters above the "Wasserfallbank", already in the "Braunjura β", WEBER (1964, profile 62) still found a specimen of *Leioceras opalinum.* 6 meters above the "Wasserfallbank" the layers turn into bioturbate clayey sandstones. These sandstones are 3 meters thick and called "Zopfplattenregion". This name refers to trace fossils as *Gyrochorda comosa* (HEER) found on bedding planes. Some of the bedding planes are very rich in body fossils, containing beside others *Leioceras comptum* (REINECKE) near Oberalfingen according to WEBER (1964, profile 64).

Above a series of shale- and sandstone-layers, 5 meters thick and without fossils, follows the "Unterer Donzdorfer Sandstein" (Lower Sandstone of Donzdorf). In former times the yellow, compact sandstones had been broken as building stones in numerous quarries. In the "Unterer Donzdorfer Sandstein" *Staufenia (Ancolioceras) opalinoides* (MAYER) appears for the first time near Aalen-Oberalfingen. The "Unterer Donzdorfer Sandstein" is followed by a series of oolitic ironstone beds (minette type) with intercalated sandstones and sandy shales. The thickness of the whole ferrugineous series near Aalen-Wasseralfingen is about 18 meters. In the field the brown ironstone beds attract attention because of their rusty red colour. The iron-seams become 1—2 meters thick at the best; the Fe-content reaches about 30 %. Important for the local stratigraphy are the "Unteres Flöz" (Lower Seam), the "Unteres Zwischenflöz" (Lower Intermedian Seam), the "Oberes Flöz" (Upper Seam) and the "Oberes Zwischenflöz" (Upper Intermedian Seam). In the past the "Unteres Flöz" and the "Oberes Flöz" had been mined in Aalen and Wasseralfingen. The layers between the "Unteres Flöz" and the "Oberes Flöz" are named "Personatensandsteinregion" after "*Pecten personatus*" [= *Paramussium pumilus*]. The layers from the "Oberes Flöz" until the "Oberes Zwischenflöz" are named "Oberer Flözhorizont" (Upper Seam Horizon).

Mainly the top layers of the ironstone horizons are rich in fossils. The most characteristic fossils are *Gryphaea calceola, Paramussium pumilus, Entolium demissum* and remainders of echinoderms. Probably in the "Oberes Flöz" remarkable

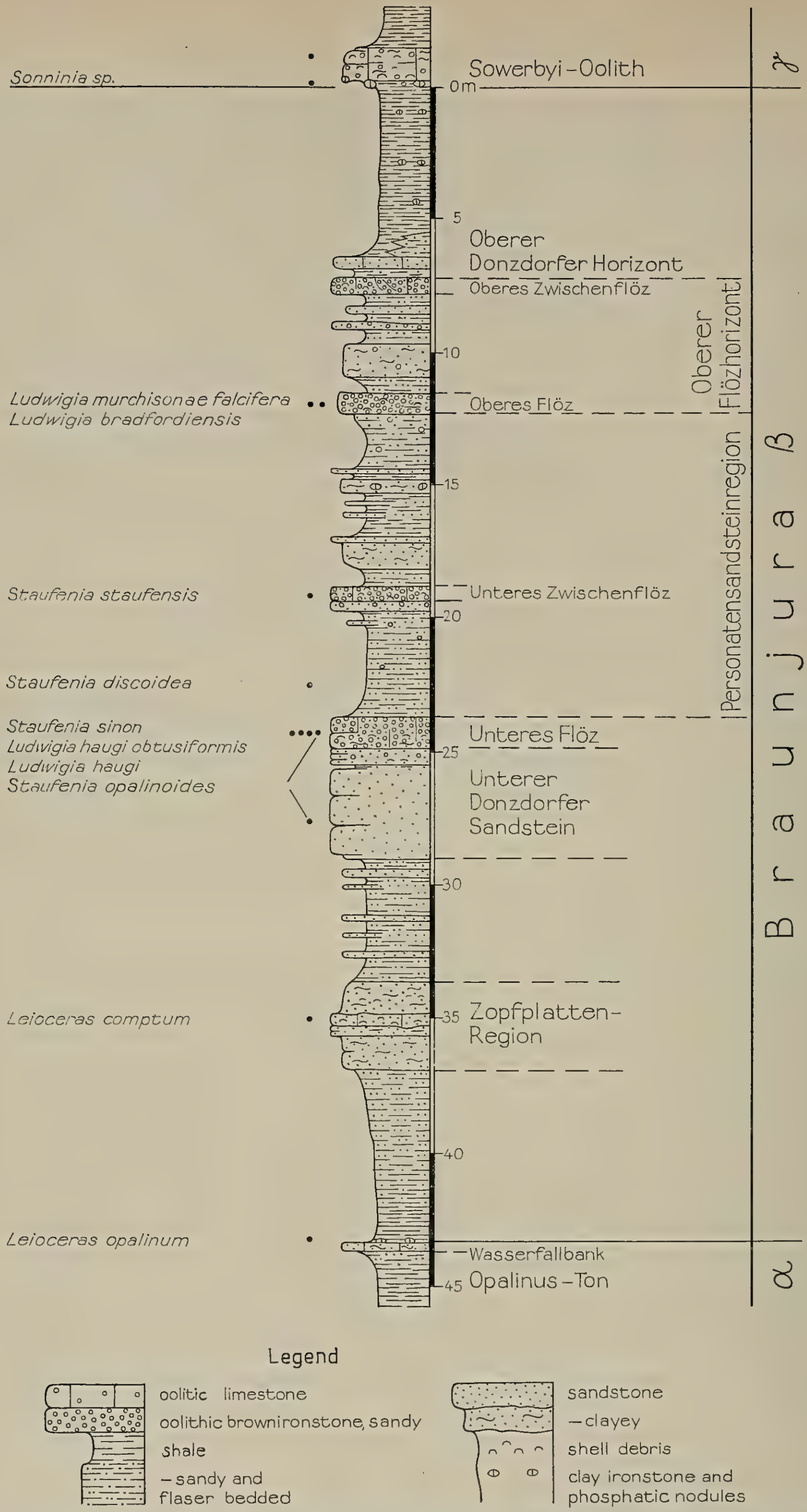

Sonninia sp.
Sowerbyi-Oolith
γ
0m
5
Oberer
Donzdorfer Horizont
Oberes Zwischenflöz
Oberer
Flözhorizont
10
Ludwigia murchisonae falcifera
Ludwigia bradfordiensis
Oberes Flöz
15
Staufenia staufensis
Unteres Zwischenflöz
20
Personatensandsteinregion
Staufenia discoidea
Staufenia sinon
Ludwigia haugi obtusiformis
Ludwigia haugi
Staufenia opalinoides
Unteres Flöz
25
Unterer
Donzdorfer
Sandstein
Braunjura β
30
35
Zopfplatten-
Region
Leioceras comptum
40
Leioceras opalinum
Wasserfallbank
45
Opalinus-Ton
α
Legend
oolitic limestone
oolithic brownironstone, sandy
shale
– sandy and
flaser bedded
sandstone
– clayey
shell debris
clay ironstone and
phosphatic nodules

Fig. 3. Columnar section of the Braunjura β according to WEBER 1964, profile 62. Brooklet ravine near Aalen-Oberalfingen (co-ordinates: r = 35 83 730, h = 54 16 360) — with ammonites found in the region of Aalen.

fossils have been found by mining in the last century: excellently preserved sea-stars and ophiuroids (pl. 2, fig. 5, 6), rests of crustaceans, of nautilids (*Cenoceras*, pl. 2, fig. 2), of fish (e. g. *Hybodus*, pl. 2, fig. 7; *Chimaera*: JAECKEL 1901; *Pholidophorus*) and of saurians (e. g. bones of *Teleosaurus*, pl. 2, fig. 8, and *Plesiosaurus*).

The "Unteres Flöz" contains *Staufenia (Costileioceras) sinon* (BAYLE), *Staufenia (Ancolioceras) opalinoides* (MAYER), *Ludwigia (Welschia) haugi* (DOUVILLÉ), and *Ludwigia (Welschia) haugi obtusiformis* (BUCKMAN) (WEBER 1964, profile 62, 63: Oberalfingen). Immediately above the „Unteres Flöz" *Staufenia (Staufenia) discoidea* (QUENSTEDT) occurs, and in the "Unteres Zwischenflöz" *Staufenia (Staufenia) staufensis* (OPPEL). During the mining near Aalen-Wasseralfingen numerous specimens of *Ludwigia (Brasilia) bradfordensis* (BUCKMAN) and *Ludwigia (Ludwigia) murchisonae falcifera* (ALTHOFF) have been found in the "Oberes Flöz".

The final part of the "Braunjura β" is made up by very sandy shales (equivalent to the "Oberer Donzdorfer Sandstein"), 0,1—2 meters thick, followed by slaty shales with clay ironstone nodules, 5—6 meters thick. Above these shales there is an oolitic and partly clayey limestone layer named "Sowerbyi-Oolith" (= "Pectinitenbank": O. FRAAS 1871, 15), 1,5 meters thick and rich in fossils. WEBER (1964, profile 62) noted a specimen of *Sonninia* sp. out of this horizon. Already SCHLEH (1925, 2) mentioned a *Sonninia "sowerbyi"* from the upper part of the "Sowerbyi-Oolith" of the same outcrop.

The *comptum* Subzone is indicated by the occurrence of *Leioceras comptum* in the "Zopfplattenregion" in the profile near Aalen-Oberalfingen (see fig. 3). In the same outcrop the layers from the "Unterer Donzdorfer Sandstein" to the "Oberes Flöz" belong to the *murchisonae* Zone because of their ammonite fauna. The succession of the ammonites in these layers given by WEBER (1964) indicates almost the same sequence of subzones which were noted by RIEBER (1977, table 2) in the western Swabian Alb. Only the vertical range of the different species of ammonites is not known very well, because in the outcrops near Aalen-Oberalfingen the ammonites are not abundant. They are more frequent only in some layers. Until today the *concavum* Zone can be supposed in the sandy shales and in the slaty shales with nodules below the "Sowerbyi-Oolith", whence no ammonites are known. Out of this level the typical index fossils of the *concavum* Zone are given by WEBER (1964) from outcrops near Geislingen an der Steige, 35 kilometers southwest of Aalen. In the region of Aalen not only the "Braunjura γ" but probably also the Bajocian begins with the "Sowerbyi-Oolith". The "Sowerbyi-Oolith" of the Swabian Alb seems to belong partly to the *discites* Zone (PARSONS 1974, 173, fig. 3). Until today only the two specimens of *Sonninia* given by SCHLEH (1925) and WEBER (1964) are known from the "Sowerbyi-Oolith" near Aalen-Oberalfingen. Further investigations will be necessary to find indications for the *discites* Zone, the base of the Bajocian.

Literature

ALDINGER, H. & FRANK, M. (1944): Vorkommen und Entstehung der südwestdeutschen jurassischen Eisenerze. — N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Abh., B, **88**, p. 293—336, 4 figs.; Stuttgart.

BOZENHARDT, TH. (1936): Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Braun-Jura *β* in Nordostwürttemberg. — Mitt. mineral.-geol. Inst. TH Stuttgart, **28**, p. 5—117; Stuttgart.

BROCKERT, M. (1959): Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie des Lias zeta in Baden-Württemberg. — Diss. Univ. Tübingen, 155 pp., 19 figs., 7 pls. — [Mscr.]

BUCKMAN, S. S. (1910): Certain Jurassic (Lias-Oolite) strata of south Dorset; and their correlation. — Quart. J. Soc. London, **66**, p. 52—89; London.

DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1961): The Liassic ammonite Zones and Subzones of the North-West European Province. — Bull. British Mus. (nat. Hist.) Geol., **4/10**, p. 435—505, 13 pls.; London.

ENGEL, TH. (1894): Die Ammonitenbreccie des Lias ζ bei Bad Boll. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, **50**, p. LI—LXII; Stuttgart.

FRAAS, O. (1871): Begleitworte zur Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Aalen (1 : 50 000). 31 pp.; Stuttgart.

FRANK, M., GROSCHOPF, P. & WILD, H. (1975): Die Eisenerze des Aalenium in der östlichen Schwäbischen Alb (Geislingen an der Steige, Aalen und Wasseralfingen). — In: FRANK, M., GROSCHOPF, P., GUDDEN, H., HALBACH, P., HEGENBERGER, W., SAUER, K., SIMON, P., WILD, H., ZIEGLER, J. H.: Sedimentäre Eisenerze in Süddeutschland. — Geol. Jb., D, **10**, p. 69—103, fig. 17—24, tab. 10—15, pl. 1; Hannover.

FREYBERG, B. v. (1960): Parallelisierung der Eisenerzflöze im Dogger β Bayerns und Württembergs, Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. III, **1**, p. 247—262, 4 figs., 2 tabs.; Berlin.

GROSCHOPF, P. (1957): Stratigraphie der Eisenerzflöze des Braunen Jura Beta in Württemberg. — Z. Deutsch. geol. Ges., **109**, p. 17—21, 1 fig.; Hannover.

JAECKEL, O. (1901): Über jurassische Zähne und Eier von Chimäriden. — N. Jb. Min., Beil.-Bd., **14**, p. 540—564, 3 figs., 4 pls.; Stuttgart.

MAUBEUGE, P. L. (1964): La question de l'étage Aalénien et son stratotype. — Colloque du Jurassique à Luxembourg 1962, p. 203—215; Luxembourg.

MAYER, CH. (1864): Tableau synchronistique des terrains jurassiques. Zürich.

PARSONS, C. F. (1974): The *sauzei* and "so called" *sowerbyi* Zones of the Lower Bajocian. — Newsl. Stratigr., **3/3**, p. 153—180, 4 figs., 2 tabs.; Leiden.

QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Würtembergs. 558 pp., 1. Aufl.; Tübingen (H. Laupp).

— (1858): Der Jura. 842 pp., 100 pls.; Tübingen (H. Laupp).

RIEBER, H. (1977): Remarks to the Aalenium of the Swabian Alb. — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **29**, 5 pp., 2 tabs.; Stuttgart.

ROGOWSKI, E. (1971): Sedimentpetrographische Untersuchungen in den Dogger-beta-Sandsteinen (Oberes Aalenium) der östlichen Schwäbischen Alb. — Arb. geol. paläont. Inst. TH Stuttgart, N.F. **65**, 117 pp., 18 figs., 6 tabs., 14 pls.; Stuttgart.

SCHLEH, F. (1925): Eine Studie über den Braun-Jura β im nordöstlichen Schwaben und seine Eisenoolithflöze. — Thesis Univ. Tübingen, 43 pp., 2 figs.; Tübingen.

SCHULER, [J.] (1865): Über die Bestimmung der Mächtigkeit des braunen Jura bei Wasseralfingen. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **21**, Vortrag VIII, p. 67—81, 1 pl.; Stuttgart.

SEIBOLD, E. (1950): Der Bau des Deckgebirges im oberen Rems-Kocher-Jagst-Gebiet. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **92**, p. 243—366, 7 figs., 12 tabs., pl. 3; Stuttgart.

SEILER, K.-P. & VILLINGER, E. (1966): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im Keuper und Lias des Lein-Rems-Gebietes (Württemberg). — Oberrhein. geol. Abh., **15/1/2**, p. 61—97, 15 figs.; Karlsruhe.

STRAUB, W. (1946): Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Lias zeta in Mittelwürttemberg und Südbaden. — Thesis TH Stuttgart, 72 pp., 1 pl.; Stuttgart.

WEBER, H.-S. (1964): Zur Stratigraphie und Ammonitenfauna des Braunjura (Dogger) β der östlichen Schwäbischen Alb. — Arb. geol. paläont. Inst. TH Stuttgart, N.F. **44**, 174 pp., 3 tabs., 3 pls.; Stuttgart.

— (1967): Zur Westgrenze der ostschwäbisch-fränkischen Fazies des Braunjura (Dogger) β in der Schwäbischen Alb (Württemberg). — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F. **49**, p. 47—54, 2 figs.; Stuttgart.

WERNER, F. (1959): Zur Kenntnis der Eisenoolithfazies des Braunjura β von Ostwürttemberg. — Arb. geol. paläont. Inst. TH Stuttgart, N.F. **23**, 169 pp., 54 figs., 8 tabs., 7 pls.; Stuttgart.

WILD, H. (1950): Zur Bildungsgeschichte der Braunjura-β-Flöze und ihrer Begleitgesteine in Nordost-Württemberg. — Geol. Jb., **65**, p. 271—298, 12 figs., 1 tab.; Hannover.

ZIETEN, C. H. v. (1830): Die Versteinerungen Würtembergs oder naturgetreue Abbildungen der in den vollständigsten Sammlungen, namentlich der in dem Kabinett des Oberamts-Arzt Hartmann befindlichen Petrefacten usw. 102 pp., 72 pls.; Stuttgart (E. Schweizerbart).

Adress of the authors:
Dr. Gerd Dietl, Staatliches Museum für Naturkunde, Arsenalpl. 3, D-7140 Ludwigsburg;
Dipl.-Geol. Andreas Etzold, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Albertstr. 5, D-7800 Freiburg i. Br.

Plate 1

Fig. 1. *Dumortieria moorei* (LYCETT); upper Schwarzjura ζ; Aalen-Wasseralfingen „Gewann Hart"; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23135. — x 1.

Fig. 2. *Dumortieria costula* (REINECKE); upper Schwarzjura ζ; Aalen-Wasseralfingen „Gewann Hart"; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23135. — x 1.

Fig. 3. *Pseudolioceras compactile* (SIMPSON); upper Schwarzjura ζ; Aalen-Wasseralfingen "Gewann Hart"; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23137. — x 1.

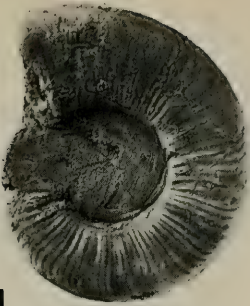
Fig. 4. *Pleydellia aalensis* (ZIETEN); upper Schwarzjura ζ; Aalen-Wasseralfingen "Gewann Hart"; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23138. — x 1.

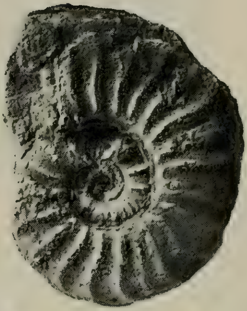
Fig. 5. *Pleydellia subcompta* (BRANCO); upper Schwarzjura ζ; Aalen-Wasseralfingen "Gewann Hart"; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23139. — x 1.

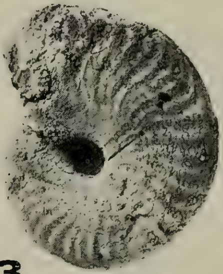
Fig. 6. *Ludwigia (Brasilia) bradfordensis* (BUCKMAN); Braunjura β, "Oberes Flöz" (Upper Seam); Aalen-Wasseralfingen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 20374. — x 2/3.

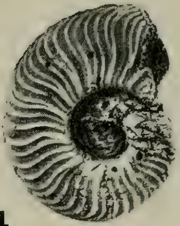
Fig. 7. *Staufenia (Ancolioceras) opalinoides* (MAYER); Braunjura β, "Unteres Flöz" (Lower Seam); Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23140. — x 1.

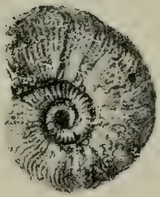
The ammonites of the Braunjura β were determinated by H. RIEBER, Zürich.
The photographs were taken by H. HAEHL, Stuttgart.
The textfigures were drawn by A. DOLD, Freiburg.

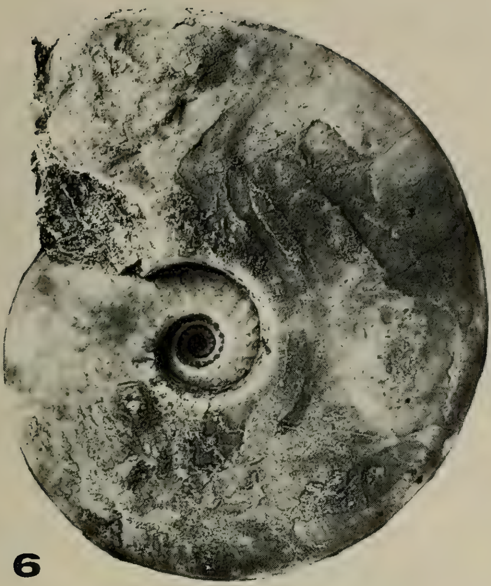

1


2


3


4


5


6

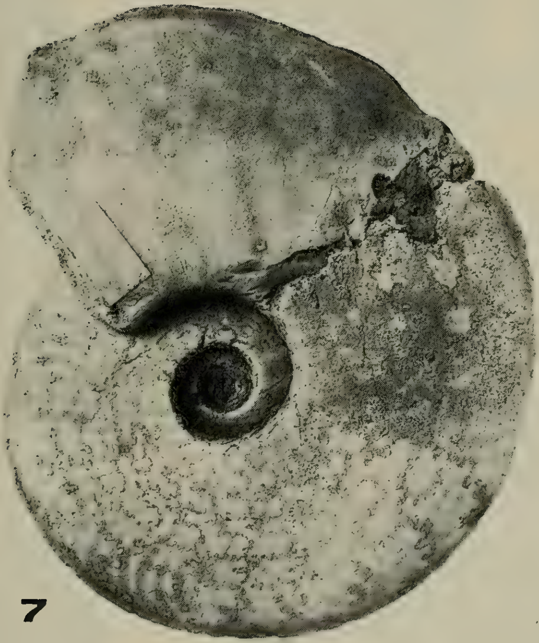

7

Plate 2

Fig. 1. *Staufenia (Costileioceras) sinon* (BAYLE); Braunjura *β*, "Unteres Flöz" (Lower Seam); Aalen-Wasseralfingen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 8691. — x 5/4.

Fig. 2. *Cenoceras* sp.; Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen-Wasseralfingen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 18160. — x 1.

Fig. 3. *Paramussium pumilus* (LAMARCK); Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen; Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 21785. — x 1.

Fig. 4. *Entolium demissum* (GOLDFUSS); Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23141. — x 1.

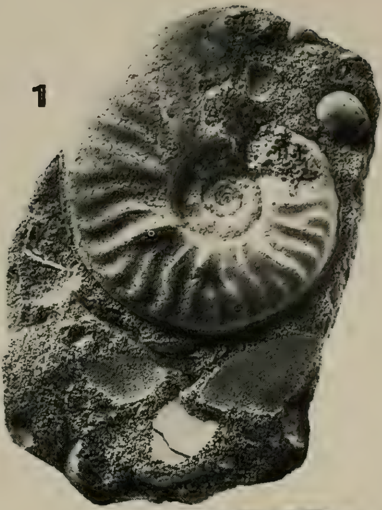
Fig. 5. ? *Palaeocoma* sp.; Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen-Wasseralfingen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23142. — x 1.

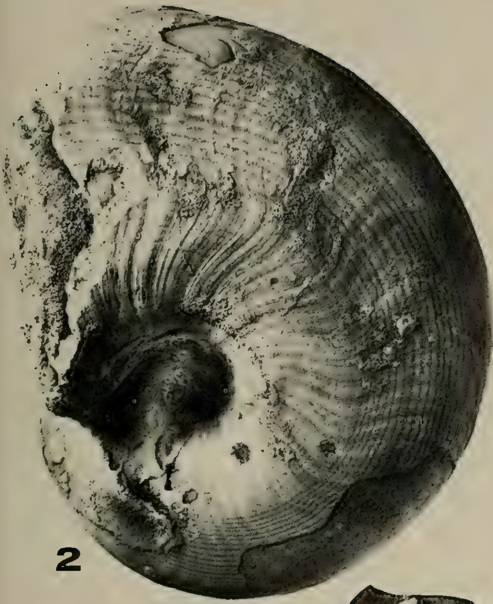
Fig. 6. *Pentasteria (Archastropecten) mandelslohi* (MUENSTER); Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen-Wasseralfingen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 23143. — x 1.

Fig. 7. Fin-spine of *Hybodus*; Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen-Wasseralfingen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 11537. — x 2/3.

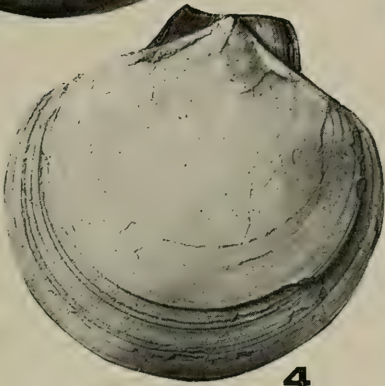
Fig. 8. Fragment of the upper jaw of *Teleosaurus*; Braunjura *β*, Flözhorizont (brown ironbed horizon); Aalen; Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart no. 3978 a. — x 1/2.

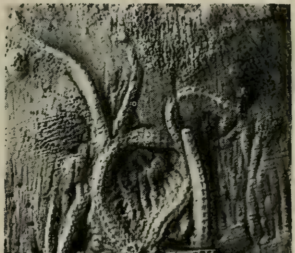
The echinoderms were determinated by H. HESS, Binningen, Switzerland.
The photographs were taken by H. HAEHL, Stuttgart.

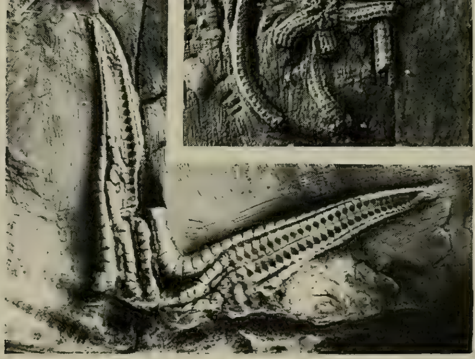

1

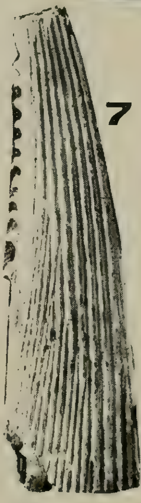

2

3


4


5


6


7

8

7

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 31 Stuttgart 1977

Jurassic stratigraphy of Franconia

by Arnold Zeiss, Erlangen

With 8 figures

Abstract

A review on the litho- and biostratigraphy of the Jurassic beds of Franconia is provided, based on the researches of the last two decades.

Introduction

Coming from the Schwabenalb (Swabian Alb) a visitor will discover in the Frankenalb (Franconian Alb) certain changes of lithology within the rocks of the Jurassic system. These changes are caused by the more marginal situation of Franconia within the South German basin compared with the central position of Suebia; they are of various intensity during the different stages of the Jurassic system (Zeiss 1968a). Strong differences are developed in the Hettangian, Sinemurian, Lower Pliensbachian, Upper Aalenian, Oxfordian, Kimmeridgian, and Tithonian stages.

Above the Hettangian, these differences are concerning especially the Middle and Southern Frankenalb (see fig. 1). The Northern Frankenalb has had often closer relations to Suebia, documented by marls and clays as prevailing sediments, in contrast to the predominating limestone deposits of the Middle and Southern Frankenalb. Of course the limits between these areas are not fixed strictly and may shift to some degree from time to time. Sometimes there is no differentiation in the whole Frankenalb at all.

The approximate limits of the Frankenalb are given by a line running from the town of Donauwörth along the river Donau to Regensburg, than turning to the north: Amberg–Bayreuth; from here in northwestern direction to Kulmbach and Coburg. The western limits are given by a line connecting the towns of Coburg, Bamberg, Nürnberg and the Hesselberg – Ries area in the southwest, which is near the limit to Suebia (see fig. 2).

Besides the main differentiations in facies between Suebia and Franconia there are some differences between the basins of the Frankenalb, too, especially in Upper Jurassic time. In this time the regions separating the basins are marked by reef barriers. It may be supposed that old swells in the varistic basement have been rejuvenated to a certain degree during Jurassic times, and that they caused the formation of submarine swells and reef barriers (for details see Zeiss (1968a).

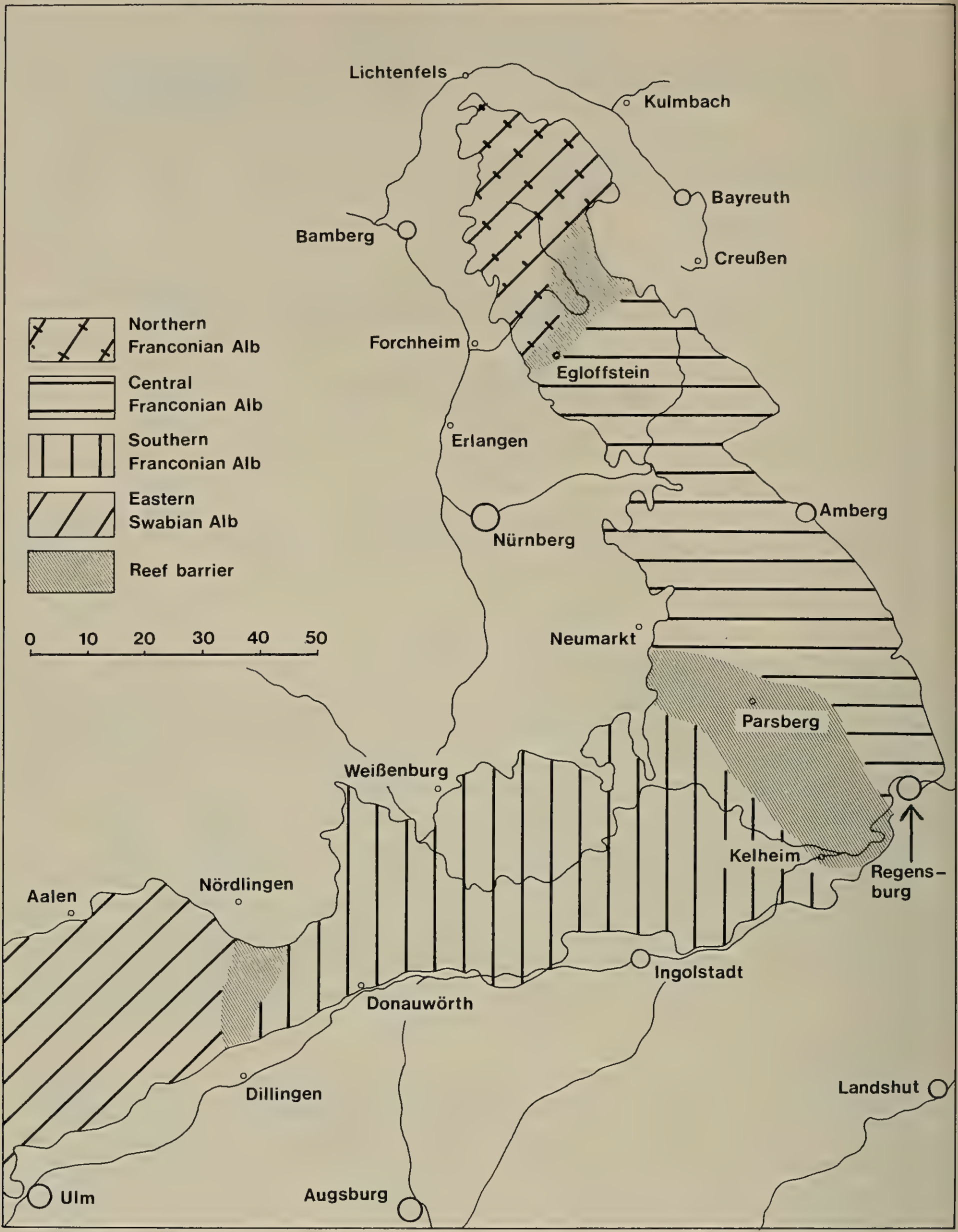

Lichtenfels
Kulmbach
Bayreuth
Creußen
Bamberg
Northern Franconian Alb
Central Franconian Alb
Southern Franconian Alb
Eastern Swabian Alb
Reef barrier
Forchheim
Egloffstein
Erlangen
Nürnberg
Amberg
0 10 20 30 40 50
Neumarkt
Parsberg
Weißenburg
Kelheim
Regens-burg
Aalen
Nördlingen
Ingolstadt
Donauwörth
Dillingen
Landshut
Ulm
Augsburg

Fig. 1. The main facies areas of the Frankenalb during Upper Jurassic times.

This complex history of sedimentation in the Jurassic of the Frankenalb has not been recognized for a long time, because it has been supposed that the conditions of sedimentation in Suebia and Franconia were the same or very similar ones. Therefore the subdivision of Quenstedt for the Jurassic rocks of Suebia has been used also in Franconia, partly with some modifications. This has been done in the opinion that Quenstedt's subdivision is a chronologic, if also only a local one. It is difficult to

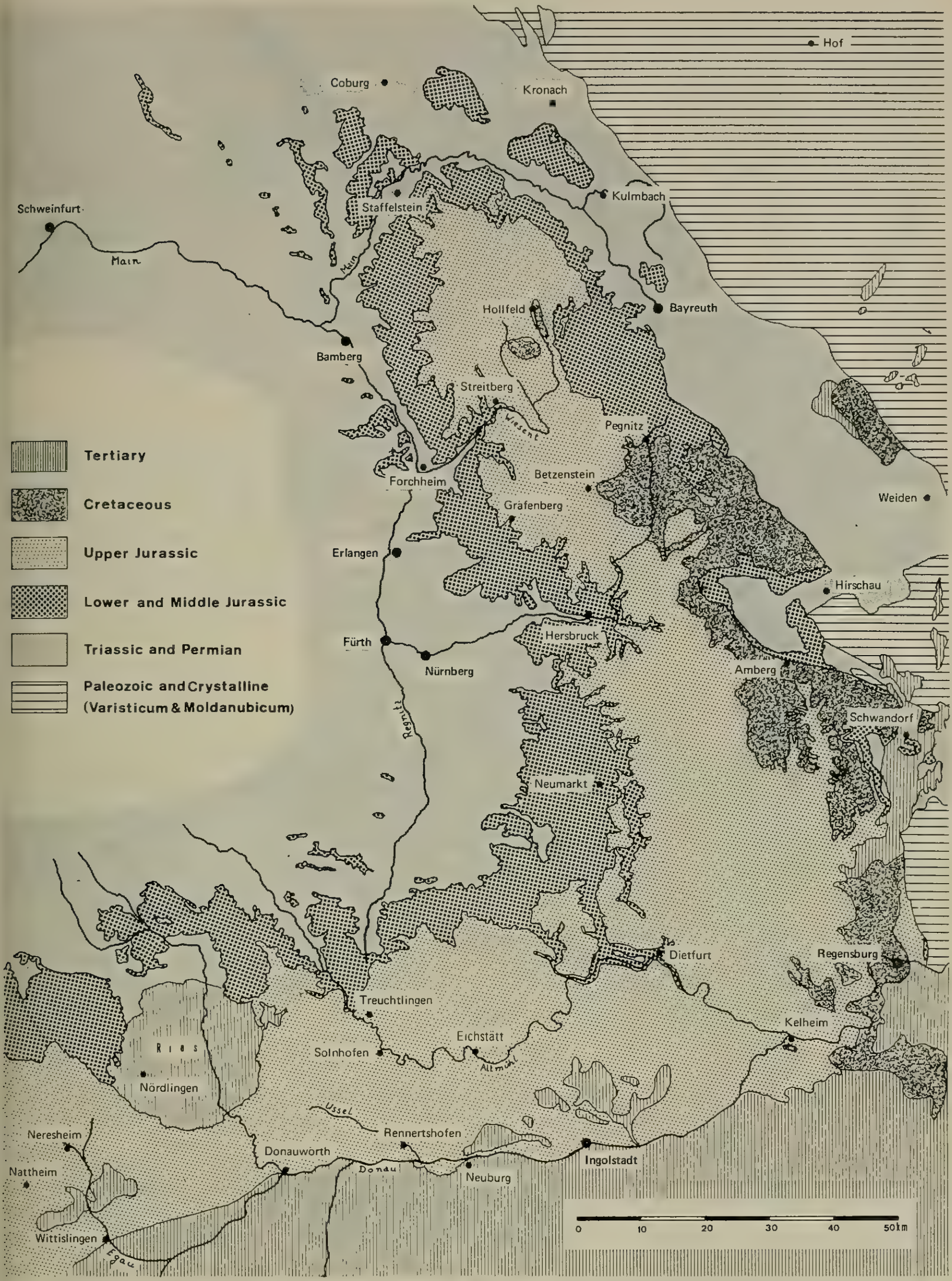

Hof
Coburg
Kronach
Kulmbach
Schweinfurt
Staffelstein
Main
Main
Bayreuth
Hollfeld
Bamberg
Streitberg
Wiesent
Pegnitz
Tertiary
Cretaceous
Upper Jurassic
Lower and Middle Jurassic
Triassic and Permian
Paleozoic and Crystalline
(Varisticum & Moldanubicum)
Forchheim
Betzenstein
Weiden
Gräfenberg
Erlangen
Hirschau
Hersbruck
Fürth
Nürnberg
Amberg
Schwandorf
Regnitz
Neumarkt
Dietfurt
Regensburg
Treuchtlingen
Kelheim
Eichstätt
Solnhofen
Altmühl
Ries
Nördlingen
Ussel
Rennertshofen
Neresheim
Donauwörth
Ingolstadt
Donau
Neuburg
Nattheim
Wittislingen
Egau
0
10
20
30
40
50km

Fig. 2. Simplified geological map of the prequarternary sediments of the Frankenalb and adjacent areas (after GROISS 1975, modified).

argue if QUENSTEDT's subdivision is a lithostratigraphic or a local chronostratigraphic one (see HEDBERG 1976, p. 81) and beyond the scope of this paper. In every case it is better to limit the units of QUENSTEDT to Suebia, for which region they were established. This, on the other hand, makes it necessary to establish some new lithostratigraphic names, i. e. in Franconia the already existing lithostratigraphic units have to be completed and supplemented. Local chronostratigraphic terms have been already introduced by SCHMIDT-KALER & ZEISS (1973) for the whole Jurassic system of Franconia. Despite of the often reduced thickness of the jurassic layers in Franconia some of them have yielded a quite remarkable number of fossils. Thus some of the index ammonites of some subzones have been found here, but not in Suebia (e. g. of the Upper Sinemurian). The upper substages of the Lower Tithonian, the Middle Tithonian as well as the basal Upper Tithonian have been observed in Franconia only.

Remarks on the literature.

A bibliography of the Jurassic of Franconia doesn't exist. But the whole literature published until 1965 has been included in the bibliography of v. FREYBERG (1974a), which contains all geological and related articles on Northeast Bavaria, beginning with the year 1476. Publications after 1965 are quoted in the annual bibliography of the journal „Geologische Blätter für NO-Bayern". In 1975 the more important literature on the jurassic stratigraphy of Franconia has been mentioned by ZEISS (1975b); it has been included in a more extended compilation by MUNK (1975).

Stratigraphy of the Jurassic system in Franconia

The Jurassic system in Germany has been divided by v. BUCH (1839) in three parts: Lower, Middle, and Upper Jurassic. This subdivision is therefore valid also for our region. The present distribution of Jurassic sediments in Franconia is shown by fig. 2.

A cross-section through the Southern Frankenalb might give a first impression of the Jurassic succession of Franconia in the region, where it is rather complete (fig. 3). For each of the three parts above mentioned one or more tables have been prepared (fig. 4–8). The following explications to them are so short as possible, providing an overlook and references for those who are more interested in details. Since the Upper Jurassic is the most complicate series concerning the stratigraphy, it will be treated somewhat more comprehensively in this article.

1. Lower Jurassic

(fig. 4)

The lower Jurassic beds have been deposited on layers of different age of the Upper Triassic system. Thus, in Southern Franconia they rest on the Feuerletten (= Knollenmergel of Suebia) of supposed Norian age, but in the region north of Nürnberg on the younger Raetian „Haupt-Ton" of the Rathsberg formation (see v. FREYBERG 1974b, fig. 2, and KESSLER 1973, pl. 7). The transgression of the lower Jurassic sea began with different substages in the various parts of Franconia (see URLICHS 1966, pl. 4; VIOHL 1969, fig. 6).

No attempts have been made to introduce new lithostratigraphic names for the Lower Jurassic of Franconia. As outcrop conditions are changing rather quickly at present it is rather difficult to find appropriate type regions.

The more recent literature has been quoted by ZEISS (1975b and 1976).

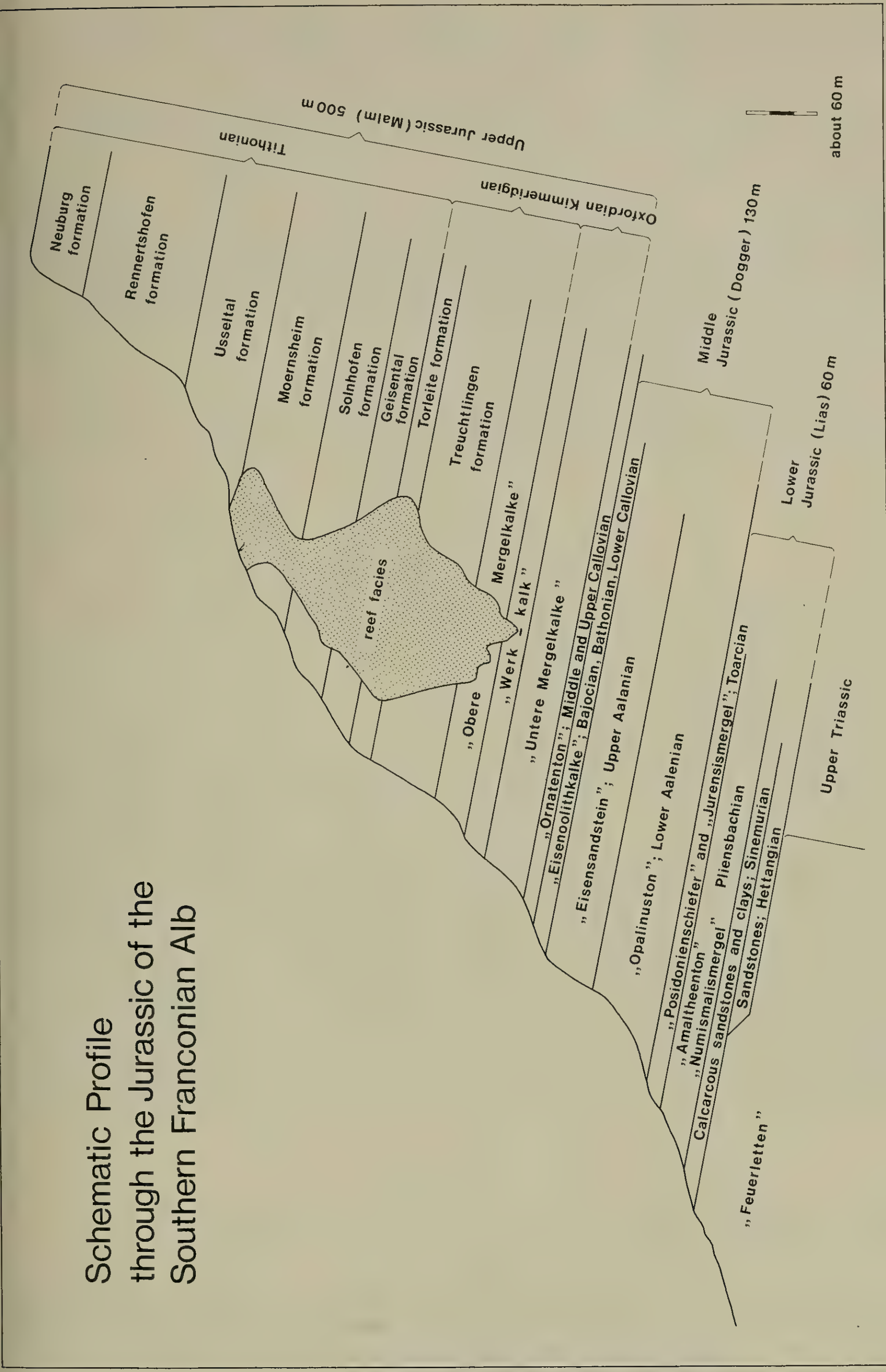
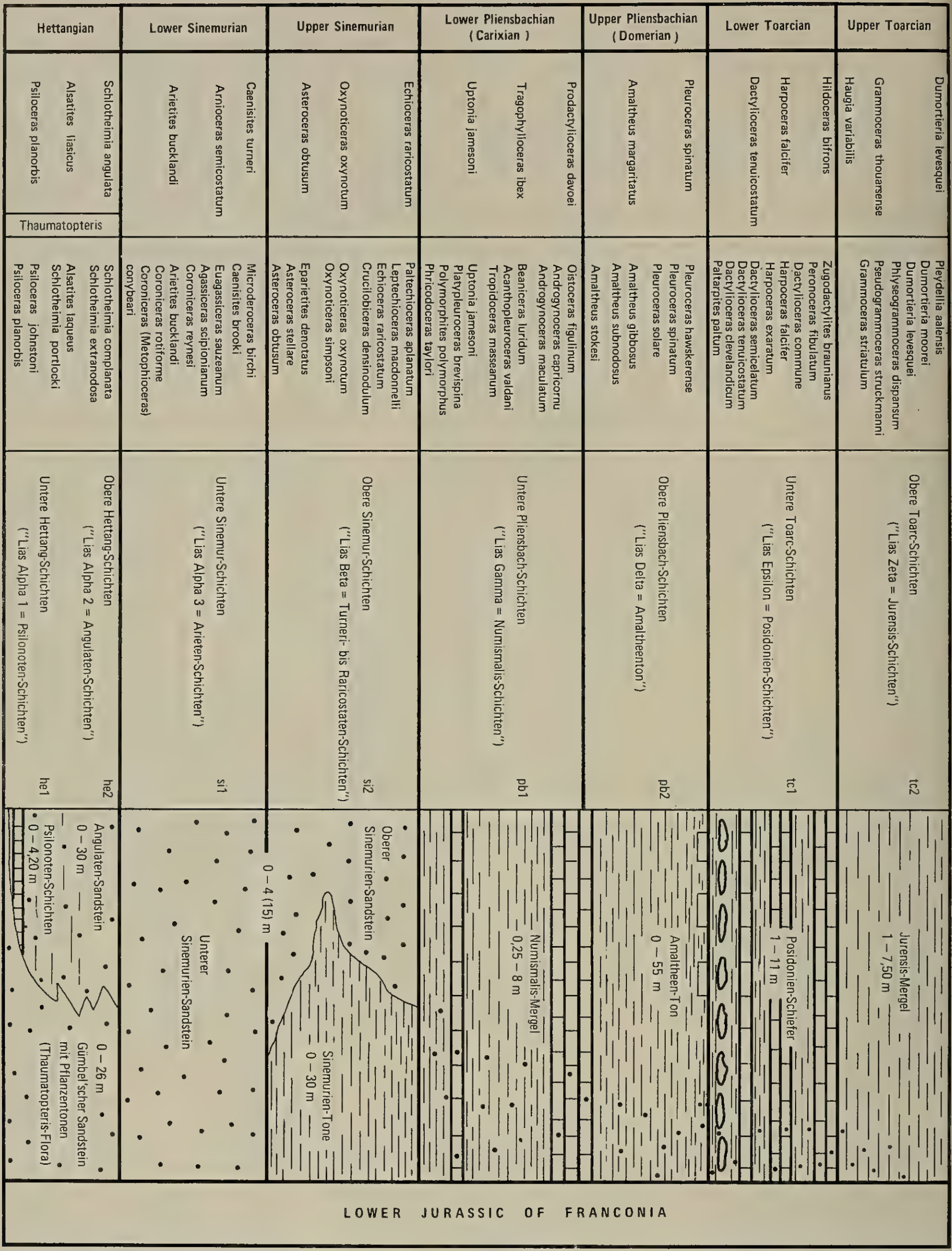

Schematic Profile
through the Jurassic of the
Southern Franconian Alb
Upper Jurassic (Malm) 500 m
Tithonian
Oxfordian Kimmeridgian
Neuburg formation
Rennertshofen formation
Usseltal formation
Moernsheim formation
Solnhofen formation
Geisental formation
Torleite formation
Treuchtlingen formation
reef facies
„Obere Mergelkalke"
„Werk – kalk"
„Untere Mergelkalke"
„Ornatenton"; Middle and Upper Callovian
„Eisenoolithkalke"; Bajocian, Bathonian, Lower Callovian
„Eisensandstein"; Upper Aalanian
„Opalinuston"; Lower Aalenian
„Posidonienschiefer" and „Jurensismergel"; Toarcian
„Amaltheenton" Pliensbachian
„Numismalismergel"
Calcarcous sandstones and clays; Sinemurian
Sandstones; Hettangian
„Feuerletten"
Upper Triassic
Middle Jurassic (Dogger) 130 m
Lower Jurassic (Lias) 60 m
about 60 m

Fig. 3. Idealized geologic cross-section through the Jurassic beds of the western part of the Southern Frankenalb, approxemately from NW to SE.



Hettangian	Lower Sinemurian	Upper Sinemurian	Lower Pliensbachian (Carixian)	Upper Pliensbachian (Domerian)	Lower Toarcian	Upper Toarcian
Schlotheimia angulata Alsatites liasicus Psiloceras planorbis	Caenisites turneri Arnioceras semicostatum Arietites bucklandi	Echioceras raricostatum Oxynoticeras oxynotum Asteroceras obtusum	Prodactylioceras davoei Tragophylloceras ibex Uptonia jamesoni	Pleuroceras spinatum Amaltheus margaritatus	Hildoceras bifrons Harpoceras falcifer Dactylioceras tenuicostatum	Dumortieria levesquei Grammoceras thouarsense Haugia variabilis
Thaumatopteris						
Schlotheimia complanata Schlotheimia extranodosa Alsatites laqueus Schlotheimia portlocki Psiloceras johnstoni Psiloceras planorbis	Microderoceras birchi Caenisites brooki Euagassiceras sauzeanum Agassiceras scipionianum Coroniceras reynesi Arietites bucklandi Coroniceras rotiforme Coroniceras (Metophioceras) conybeari	Paltechioceras aplanatum Leptechioceras macdonnelli Echioceras raricostatum Crucilobiceras densinodulum Oxynoticeras oxynotum Oxynoticeras simpsoni Eparietites denotatus Asteroceras stellare Asteroceras obtusum	Oistoceras figulinum Androgynoceras capricornu Androgynoceras maculatum Beaniceras luridum Acanthopleuroceras valdani Tropidoceras masseanum Uptonia jamesoni Platypleuroceras brevispina Polymorphites polymorphus Phricodoceras taylori	Pleuroceras hawskerense Pleuroceras spinatum Pleuroceras solare Amaltheus gibbosus Amaltheus subnodosus Amaltheus stokesi	Zugodactylites braunianus Peronoceras fibulatum Dactylioceras commune Harpoceras falcifer Harpoceras exaratum Dactylioceras semicelatum Dactylioceras tenuicostatum Dactylioceras clevelandicum Paltarpites paltum	Pleydellia aalensis Dumortieria moorei Dumortieria levesquei Phlyseogrammoceras dispansum Pseudogrammoceras struckmanni Grammoceras striatulum
Obere Hettang-Schichten ("Lias Alpha 2 = Angulaten-Schichten") he2 Untere Hettang-Schichten ("Lias Alpha 1 = Psilonoten-Schichten") he1	Untere Sinemur-Schichten ("Lias Alpha 3 = Arieten-Schichten") si1	Obere Sinemur-Schichten ("Lias Beta = Turneri- bis Raricostaten-Schichten") si2	Untere Pliensbach-Schichten ("Lias Gamma = Numismalis-Schichten") pb1	Obere Pliensbach-Schichten ("Lias Delta = Amaltheenton") pb2	Untere Toarc-Schichten ("Lias Epsilon = Posidonien-Schichten") tc1	Obere Toarc-Schichten ("Lias Zeta = Jurensis-Schichten") tc2

Fig. 4. The stratigraphic units of the Lower Jurassic system of Franconia and adjacent areas.

1.1. Hettangian

Lithostratigraphy. – During Hettangian time in Franconia marine as well as fluviatile-limnic sediments have been deposited. The first ones are represented by the *Psiloceras* and *Schlotheimia* beds, the second ones by the so-called „Gümbel'scher Sandstein“ or „Oberer Sandstein“ which contains plant-bearing clay lenses („Pflanzentone“). The age relations between these two facies types have been not clear until the last years. Especially in the northern area, where east of Coburg the *Psiloceras*-beds are underlain by the Gümbel Sandstone, the question remained open, if there would not be also a Raetian part in this sandstone. But KESSLER (1973) could correlate this sandstone with those in the Bayreuth region, where a liassic flora has been found throughout this sandstone (WEBER 1968). Other arguments for a liassic age of the Gümbel Sandstone were brought together by v. FREYBERG (1974b and 1975) and URLICHS (1966). Thus, if the *Thaumatopteris* flora is considered to be liassic, this sandstone should belong to the Lower Liassic. Concerning the fact that the *Psiloceras* beds are overlying it in the area east of Coburg one should consider that the ammonites found there belong in most cases to the *johnstoni* subzone (upper part of the Lower Hettangian). Consequently there should be enough time for the deposition of the lower parts of the Gümbel Sandstone during the lower subzone of the Hettangian.

Biostratigraphy. – A short review of the Hettangian ammonites found in Franconia in more recent time has been given by ZEISS (1976). Until now no representatives of the zone of *Alsatites liasicus* have been found in Franconia. The *Thaumatopteris*-flora has been studied by WEBER (1968); see also JUNG (1960) and URLICHS (1966).

1.2. Sinemurian

Lithostratigraphy. – The lower part of the Sinemurian beds is built up by quartz sandstones with calcareous cement („Sinemurien-Kalksandstein") which extends into the upper Sinemurian in the western and southwestern regions (see ZEISS 1965). In the northern areas the upper part of the Sinemurian consists of grey marls, called „Sinemurien-Tone". South of the line Nürnberg–Amberg they interfinger with the Sinemurien-Sandstein. In the southwestern region often the beds with *Oxynoticeras oxynotum* are developed in this intermediate facies, whereas in the southeastern margin of the Frankenalb they are replaced by sandy sediments, if present at all.

The thickness is changing quickly, in the sandstones between 0 and 4 m, reaching its maximum in the Nürnberg–Amberg area. The clays have their maximum thickness north of the line Erlangen–Bayreuth, ranging from 4 to 30 m. The latter value has been observed in the region between Bamberg and Staffelstein.

Biostratigraphy. – The ammonites of the Sinemurian so far known have been studied by the author in 1965; also the zonal sequence has been discussed in this paper. Nearly all subzones are represented in Franconia; it is of some interest that here the two uppermost subzones of the Sinemurian have been found, but not in Suebia. Most of the ammonites have been collected in the sandy facies; they are very rare in the clay facies (see ZEISS 1976).

1.3. Pliensbachian

Lithostratigraphy. – The lower part of the Pliensbachian has been named after the development in Suebia „Numismalismergel" inspite of the appearence of different facies developments (see KRUMBECK 1936, pl. 29–31), which contain more calcareous and dolomitic layers and are characteristic for the marginal parts of the basin. The central basin facies of Suebia has been found in Northern Franconia, the marginal facies types in the eastern and southern parts of the Frankenalb.

In the marly facies of the basin in Northern Franconia the highest amounts of thickness of the Lower Pliensbachian have been observed, the lowest in the Southern Frankenalb.

The upper part is formed by the very thin-bedded marls with Amaltheids („Amaltheenton"). The thickness is fluctuating between o and 40 m along the Southern Frankenalb (see SCHMIDT-KALER 1969), in the other areas between 30 and 55 m in general, except the surrounding of Amberg and Regensburg with 0,05 to 2,75 m. East of Regensburg marly limestones with iron-ore deposits are known (see BAUBERGER et al. 1969)

Biostratigraphy. — The biostratigraphy of the Lower Pliensbachian has been worked out by KRUMBECK (1936, pl. 25–28). Some additions are mentioned by ZEISS (1976).

The ammonites of the Upper Pliensbachian have not been studied in detail despite of the wealth of them. The biostratigraphy is known in outlines. Some short notes may be found in the papers of SCHIRMER (1965; 1974), ZEISS & SCHIRMER (1965), URLICHS (1975), and ZEISS (1976). As the index ammonite *Pl. apyrenum* is very rare, the more frequent *Pl. solare* is prefered (cf. MOUTERDE et al. 1971, p. 6). *Pl. hawskerense* has only been found in the topmost layers of the beds with *Pl. spinatum*. – The foraminifera have been studied by WELZEL (1968).

1.4. Toarcian

Lithostratigraphy. — The lower part of the Toarcian consists of dark, grey limestones and some layers of thin-bedded sandy marls, called „Blätterschiefer". The name „Posidonienschiefer"is applied to these Lower Toarcian beds after their equivalent in Suebia. A better name should be found, and perhaps Bantz formation would be appropriate. The region of Banz is known for its richness in ammonites and reptiles, and the section Trimeusel (S of Banz) is still accessible. The thickness of the Lower Toarcian beds is largest in the northern and eastern parts of the Frankenalb, while it is reduced in the western and southwestern regions, except of the mountain Hesselberg.

The upper part of the Toarcian is developed in marly facies (Jurensismergel) almost in the whole Frankenalb. Only in the southeastern margin there are sandy intercalations. The maximum in thickness is again observed in Northern Franconia, but also near Regensburg. All other areas have reduced values of thickness.

Biostratigraphy. — In the Lower Toarcian some biostratigraphic work has been done by KRUMBECK (1932), URLICHS (1971), and ZEISS (1976). The lowermost subzones have not been identified, an argument to suppose the existance of a hiatus in the lowermost Toarcian of Franconia. Some localities are very rich in ammonites. Large collections are due to the perseverance and diligence of KRUMBECK and H. KOLB. They will be studied in the future.

The upper Toarcian ammonites and biostratigraphy have been thoroughly studied by KRUMBECK (1943/47).

2. Middle Jurassic

(fig. 5)

The stratigraphy of the Middle Jurassic of Franconia in general is well established. Nevertheless some problems are open, e. g. the representation of a lot of subzones of the international standard, the range of some index fossils as that of *L. opalinum,* and the delimitation of some zones. There are many condensed layers, especially in the middle part and in the uppermost one.

The lithostratigraphic units used hitherto are only descriptive ones, some of them taken over from Suebia like the „Opalinuston" and the „Ornatenton". Therefore some new formation names derived from localities are proposed in informal manner in this paper. They have been selected from such regions and localities which are still offering outcrops and /or have been worked out in detail.

2.1. Aalenian

Lithostratigraphy. – The Lower Aalenian is represented by grey clays („Opalinuston" of authors). This would be a good name, but for the unity of the lithostratigraphic names of the Middle Jurassic of Franconia the name Neumarkt formation is proposed. In the region of Neumarkt/Opf., some twenty kilometers southeast of Nürnberg, larger pits are still working; there exist also natural outcrops (SCHMIDT-KALER 1974, p. 27; LAHNER & STAHL 1969, p. 21).

The thickness is generally fluctuating between 50 and 100 m throughout the Frankenalb, only in the Regensburg area it is reduced to 15–30 m. The Upper Aalenian rocks are formed by the so-called „Eisensandstein" or „Doggersandstein", a sequence of alternating, but prevailingly finegrained sandstones and clays; some deposits of iron-ores are included. The stratigraphy of the Eisensandstein has been put forward by the work of HÖRAUF (1959) and v. FREYBERG (1960). As new lithostratigraphic name for the Eisensandstein is proposed Reifenberg formation after a little village east of the town of Forchheim/Ofr. The outcrop is easily accessible and has been described by HÖRAUF (1959, fig. 3); also the lower limit may be observed there.

Biostratigraphy. – The ammonites were described by SCHMIDTILL (1926; revised by ZEISS 1960 and RIEBER 1963), and P. DORN (1935). But both authors have limited their work to the uppermost Lower Aalenian and the Upper Aalenian. Thus, for the Lower Aalenian only the paper of KRUMBECK (1925) exists and also some remarks by the author on the origin of the holotype of *L. opalinum* (FL. HELLER & ZEISS 1972).

2.2. Bajocian – Callovian

Lithostratigraphy. – For the lower and middle part only descriptive, lithologically named units exist (see fig. 5). The upper part is named „Ornatenton" after *Kosmoceras ornatum,* found only in the upper part of the „Ornatenton"; but sometimes the whole series of Bajocian to Callovian beds is called „Ornatenton", especially by applied geologists. For this reasons it is useful to look for more appropriate names.

For the lower part of the series the name Berching formation is proposed, as in the surrounding of this little town many good outcrops exist and have been described (but not all are published); in this area there are also good fossil localities. The Berching formation consists of iron-oolithic marls and limestones, sometimes the oolites are missing. The lower part has been well described in the Weiße Laber area, a little river east of Berching between Deining and Dietfurt (see HERTLE 1962, fig. 2, p. 9–13). This part, the Weiße Laber member, is built up by calcareous sandstones, blue limestones and clays; also conglomerates are characteristic of this member.

The upper part of the Bajocian-Callovian series is well exposed in a quarry at Sengenthal, some kilometers south of Neumarkt/Opf. This outcrop has been described by KOLB (1965) and is accessible. Therefore the name Sengenthal formation is proposed here for the Ornatenton. It consists of dark, grey, somewhat sandy marls with some phosphorites; the uppermost layer besides is characterized by glauconite and muscovite. As this development extends into the Upper Jurassic a seperate name is given to this special facies of the Sengenthal formation: Sachsendorf member (see p. 15—16).

Stages	Zones	Subzones	Lithostratigraphic units		
Upper Callovian	Quenstedtoceras lamberti	Quenstedtoceras lamberti Quenstedtoceras henrici	0 - 20 cm Glaukonitsandmergel	Lower Sachsendorf member	Zeitlarn formation
	Peltoceras athleta	Hecticoceras treezense Collotia collotiformis	0 - 15,10 m Ornatenton	Sengenthal formation	
Middle Callovian	Kosmoceras castor	Kosmoceras grossouvrei Kosmoceras obductum			
	Kosmoceras jason	Kosmoceras jason Kosmoceras medea			
Lower Callovian	Sigaloceras calloviense (Macrocephalites gracilis)	Kosmoceras enodatum Chanasia michalskii Sigaloceras calloviense Proplanulites koenighi			
	Macrocephalites macrocephalus	Macrocephalites kamptus Bullatimorph. bullatus	0 - 12 m Brauneisenoolithische Kalke und Mergel	Berching formation	
Bathonian	Clydoniceras discus	Clydoniceras discus Clydoniceras hollandi			▼
	Prohecticoceras retrocostatum (Oxycerites aspidoides)	Prohectic.blanazense Prohectic.retrocostatum Epistrenoc.histricoides Hemigarantia julii			?
	Tulites subcontractus	Morrisiceras morrisi Tulites subcontractus			
	Zigzagiceras zigzag	Asphinct.tenuiplicatus Oxycerites yeovilensis Morphoceras macrescens Parkinsonia convergens			
Upper Bajocian	Parkinsonia parkinsoni	Parkinsonia bomfordi Parkinsonia densicosta Parkinsonia subarietis			
	Garantiana garantiana	Garantiana tetragona Garantiana subgaranti Garantiana dichotoma			
	Strenoceras subfurcatum	Garantiana baculata Caumonitsph.aplous Caumonitsph.polygyralis			
Middle Bajocian	Teloceras blagdeni				
	Stephanoceras humphriesianum				
Lower Bajocian	Otoites sauzei		0 - 6,50 m Blaukalke, Tone und Kalksandsteine	Weiße Laber member	
	"Sonninia sowerbyi"	Witchellia laeviuscula Sonninia ovalis Hyperlioceras discites			
Upper Aalenian	Graphoceras concavum	Graphoceras cornu Graphoceras concavum	30 - 75 m Eisensandstein	Reifenberg formation	
	Ludwigia murchisonae	Ludwigia bradfordensis Ludwigia murchisonae Staufenia sehndensis Ancolioc.opalinoides			
Lower Aalenian	Leioceras comptum	Leioceras crassicostatum Leioceras bifidatum	10 - 100 m Opalinuston	Neumarkt formation	
	Leioceras opalinum	Leioceras lineatum Leioceras opaliniforme Leioceras subglabrum			

Middle Jurassic stratigraphy of Franconia.

Fig. 5. The stratigraphic units of the Middle Jurassic system of the Frankenalb and adjacent areas.

The thickness of these beds is greatest in the northwest of the Frankenalb again, very low in the middle part, and changes somewhat to the southwest; it is zero in certain localities of the east (see GUDDEN & TREIBS 1961, suppl. 3). But going from here to the south one will find rather high thickness of these beds in the surrounding of Regensburg.

Some jurassic outcrops of this age can be observed in the area between Regensburg and Passau; they have been described by v. AMMON (1875) as „Zeitlarner Schichten" (Zeitlarn formation); new data have been given by TROLL (1960). The Zeitlarn formation is built up by limestones containing crinoids and oolites.

Biostratigraphy. – Important contributions to clarify the ammonite succession and biostratigraphy are those of: P. DORN (1927), SCHMIDTILL & KRUMBECK (1931 and 1938), MODEL & KUHN (1935), R. & E. MODEL (1938), KUHN (1939), ARKELL (1952), and JEANNET (1955). Foraminifera have been studied by J. ZIEGLER (1959). Many cores of iron-ore drills have been worked on by SCHMIDTILL (1953) and ZEISS (1957 a, b, and 1961), see also MUNK (1976), who gave many new informations on the stratigraphy of the Middle Jurassic of Franconia. It must be mentioned in this context that much material of the DORN collection has never been published und has to be monographed with a revision of the earlier works in the light of the new studies of W. HAHN (1968–1971). Also the ammonites of the Callovian of the so-called Goldschnecken-Facies of Northern Franconia need urgently a revision.

3. Upper Jurassic

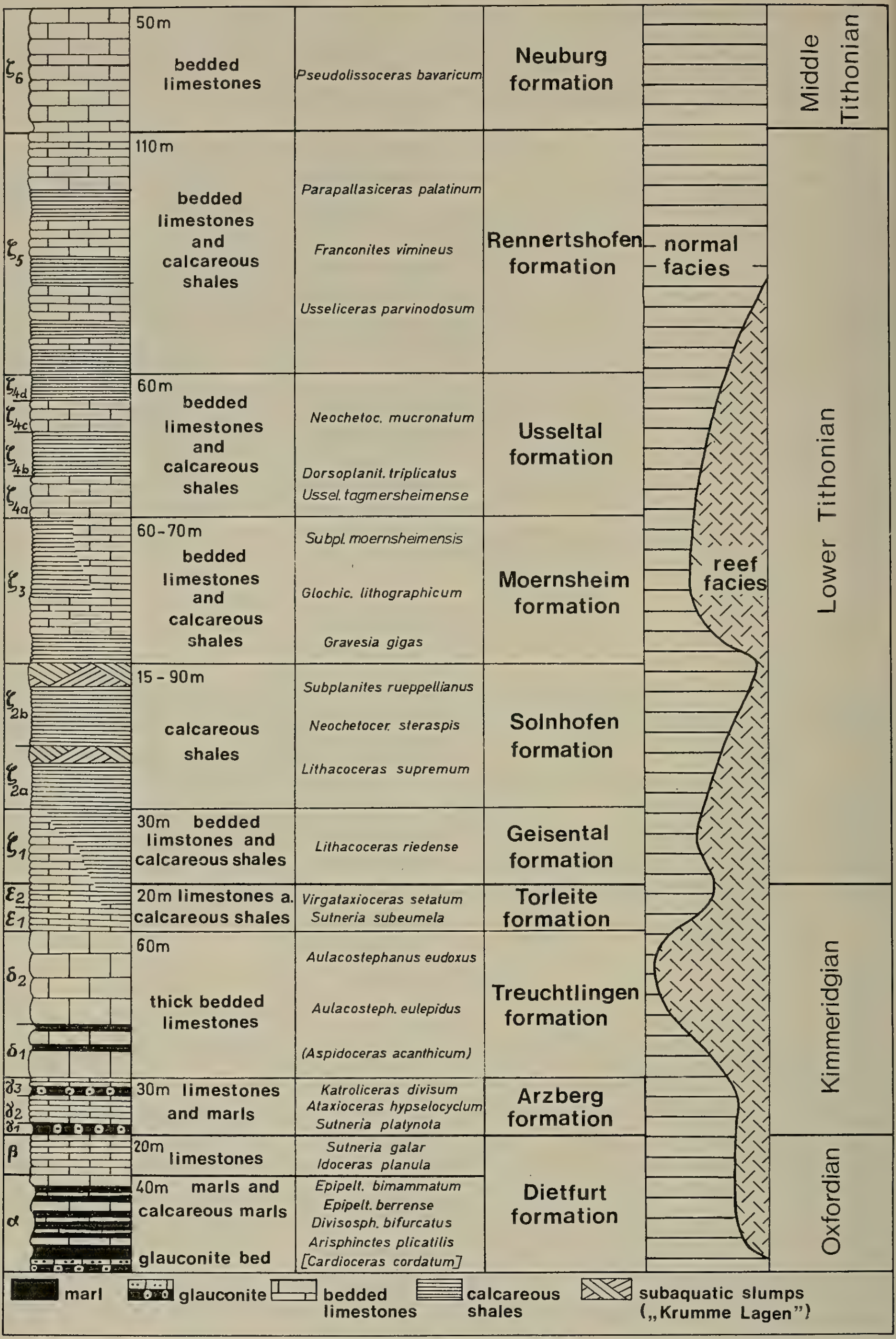
(fig. 6)

As already mentioned above, the Upper Jurassic deposits of Franconia are differentiated to some extent by reef barriers („Riffschranken") which are dividing the whole basin into three smaller basins (see fig. 1); resulting are the three facies complexes of the Northern, Middle, and Southern Frankenalb. Sometimes the differences between them are very strong, but at other times not so conspicuous. The differences are influenced by the more distal or proximal situation of the sedimentary basin to the ancient shore-line and the central basin, respectively. The differences concern the ratio of marls to limestones and their thickness.

3.1. Oxfordian

(fig. 7)

Much research work has been undertaken to decipher the stratigraphic correlation problems within the Oxfordian facies complexes. In contrast to the Schwabenalb, there is not a constant, ± isochronous boundary between the „Impressamergel" of the Weißer Jura α (= „Untere Graue Mergelkalke" in Franconia) and the „Wohlgeschichtete Bankkalke"of the Weißer Jura β (= „Werkkalke" in Franconia), but this boundary lies in different heights above the Upper Jurassic base, is diachronic and often not sharply developed, i. e. there is a transition zone between both units, consisting of an alternation of marls and limestones. Both members cannot be separated by geological field work, thus a lithostratigraphic unit is needed which units both in Franconia. As the development in the three basins of Franconia is rather different three formations have been proposed (for details see below). To clarify the stratigraphic correlation proplems it had been necessary to undertake a very careful study of the bedded limestone complexes; the reef complexes are not considered in this article. Each limestone bed has been numbered and measured; afterwards the whole sequence of one outcrop has been delineated in the scale 1: 50. By this method



ζ6	50m bedded limestones	*Pseudolissoceras bavaricum*	Neuburg formation		Middle Tithonian
ζ5	110m bedded limestones and calcareous shales	*Parapallasiceras palatinum* *Franconites vimineus* *Usseliceras parvinodosum*	Rennertshofen formation	normal facies	Lower Tithonian
ζ4d ζ4c ζ4b ζ4a	60m bedded limestones and calcareous shales	*Neochetoc. mucronatum* *Dorsoplanit. triplicatus* *Ussel. tagmersheimense*	Usseltal formation		
ζ3	60-70m bedded limestones and calcareous shales	*Subpl. moernsheimensis* *Glochic. lithographicum* *Gravesia gigas*	Moernsheim formation	reef facies	
ζ2b ζ2a	15-90m calcareous shales	*Subplanites rueppellianus* *Neochetocer. steraspis* *Lithacoceras supremum*	Solnhofen formation		
ζ1	30m bedded limstones and calcareous shales	*Lithacoceras riedense*	Geisental formation		
ε2 ε1	20m limestones a. calcareous shales	*Virgataxioceras setatum* *Sutneria subeumela*	Torleite formation		Kimmeridgian
δ2 δ1	60m thick bedded limestones	*Aulacostephanus eudoxus* *Aulacosteph. eulepidus* *(Aspidoceras acanthicum)*	Treuchtlingen formation		
γ3 γ2 γ1	30m limestones and marls	*Katroliceras divisum* *Ataxioceras hypselocyclum* *Sutneria platynota*	Arzberg formation		
β	20m limestones	*Sutneria galar* *Idoceras planula*	Dietfurt formation		Oxfordian
α	40m marls and calcareous marls glauconite bed	*Epipelt. bimammatum* *Epipelt. berrense* *Divisosph. bifurcatus* *Arisphinctes plicatilis* *[Cardioceras cordatum]*			

Fig. 6. Scheme of the Upper Jurassic system in Franconia (Southern Frankenalb) to show general lithologic development, important ammonite zones and the former applied subdivision (first column) in relation to the international standard stages.

(for details see v. FREYBERG 1966) of stromatometric correlation of quarries within the same facies complex it was possible to solve the stratigraphic problems. Of course the method has been controlled and supplemented by investigations on the biostratigraphy of ammonites (see below) and of foraminifera (GROISS 1970).

Southern Frankenalb

Lithostratigraphy. – The stromatometric method was applied practically in the region of Dietfurt/Opf. for the first time; STREIM (1960; 1961 a) had success to find outcrops down to the base of the Upper Jurassic and upwards to the limit to the Lower Kimmeridgian (see 1961 a, fig. 1). Because in this region the whole section is available, it is proposed as type area of the Dietfurt formation; the type section must be composed of different sections (see STREIM 1961 a, fig. 1). STREIM was followed by BECHER (1960) in the more northwestward situated region of Thalmässing, and SCHMIDT-KALER (1962b; 1970; 1971) in the western part of the Frankenalb (Treuchtlingen region). SCHMIDT-KALER (1962b)was able to correlate by this method nearly 160 beds over a distance of 60 km; these limestone beds are not very thick and belong to the middle and upper part of the Oxfordian. There had been no possibility to correlate the beds no. 1–75 of the lower part, due to the missing outcrops (see SCHMIDT-KALER 1969, fig. 10) and the predominating marls in the western area. More to the north, between Thalmässing and Dietfurt/Opf., there are intercalated more calcareous layers in the lower part of the outcrops; more quarries are therefore exploited there, and correlation is possible also between bed 40 and 75.

The Dietfurt formation and the Arzberg formation (see p. 16) are major subdivisions of the Heidenheim group, which has been established by NITZOPOULOS in 1975 as „Heidenheim-Folge". Each of them comprises three of the minor units errected by this author (see fig. 7).

Biostratigraphy. – The correlations were controlled by a systematic search for ammonites bed by bed. By this the very useful horizon of the „Berrense-Bänke" has been discovered. In this sequence of mostly micritic limestones „*Epipeltoceras berrense*" is the most important guide fossil. The true *Epipeltoceras bimammatum* is rather scarce and occurs in general in higher beds. *Epipeltoceras uhligi* has been found in the lowermost part of the Berrense-Bänke. – Other useful guide fossils are in the upper part *Idoceras planula* and *Sutneria galar* and to some extent *Taramelliceras litocerum* and *Taramelliceras costatum.*

Correlation with the Schwabenalb has been possible only for the upper part of the Oxfordian beds (SCHMIDT-KALER 1962a, fig. 1), i. e. between the „Weißer Jura β" of Württemberg and the Planula beds of Franconia.

Middle Frankenalb

As the researches in the Southern Frankenalb were successful, one tried to apply the stromatometric method also in the other parts of the Frankenalb and to correlate the layers within the other two basins respectively, and between the three basins. Such tentative correlations between the Southern and Middle Frankenalb were given by SCHMIDT-KALER (1962a, pl. 2), HERTLE (1962, fig. 5), SCHULER (1965, fig. 1, pl. 1), v. FREYBERG (1966, pl. 8), and GAUCKLER & HÄRING (1973, suppl. 1). Correlations within the basin of the Middle Frankenalb are provided by v. FREYBERG (1966), HERTLE (1962), SCHMIDT-KALER (1962a), GOETZE et al. (1975), NEUPERT (1959), GAUCKLER & HÄRING (1973), and DOBEN & FR. HELLER (1968).

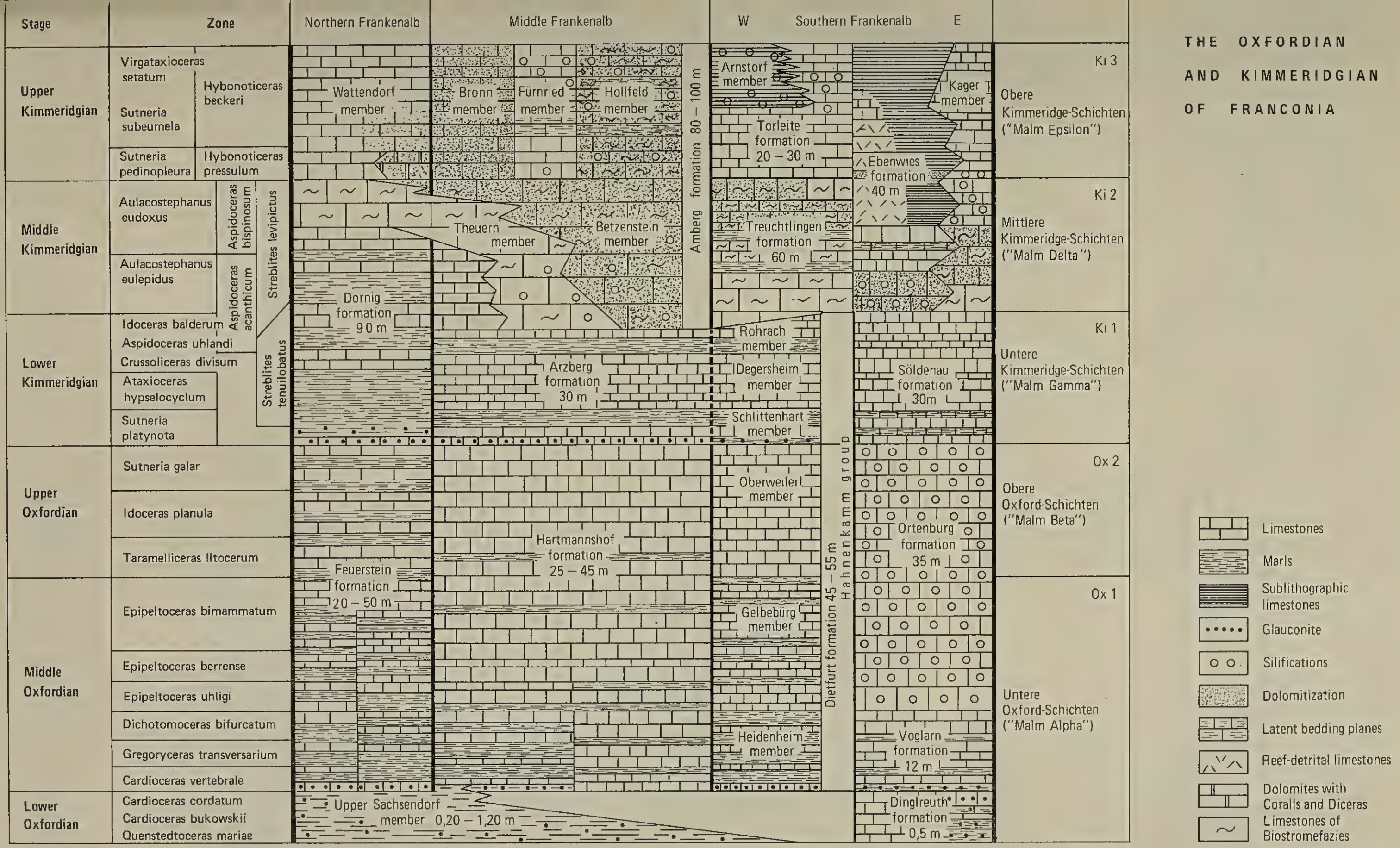

THE OXFORDIAN AND KIMMERIDGIAN OF FRANCONIA
Stage
Zone
Northern Frankenalb
Middle Frankenalb
W
Southern Frankenalb
E
Upper Kimmeridgian
Middle Kimmeridgian
Lower Kimmeridgian
Upper Oxfordian
Middle Oxfordian
Lower Oxfordian
Virgataxioceras setatum
Hybonoticeras beckeri
Sutneria subeumela
Sutneria pedinopleura
Hybonoticeras pressulum
Aulacostephanus eudoxus
Aspidoceras bispinosum
Streblites levipictus
Aulacostephanus eulepidus
Aspidoceras acanthicum
Idoceras balderum
Aspidoceras uhlandi
Crussoliceras divisum
Streblites tenuilobatus
Ataxioceras hypselocyclum
Sutneria platynota
Sutneria galar
Idoceras planula
Taramelliceras litocerum
Epipeltoceras bimammatum
Epipeltoceras berrense
Epipeltoceras uhligi
Dichotomoceras bifurcatum
Gregoryceras transversarium
Cardioceras vertebrale
Cardioceras cordatum
Cardioceras bukowskii
Quenstedtoceras mariae
Wattendorf member
Bronn member
Fürnried member
Hollfeld member
Amberg formation 80 – 100 m
Theuern member
Betzenstein member
Dornig formation 90 m
Arzberg formation 30 m
Hartmannshof formation 25 – 45 m
Feuerstein formation 20 – 50 m
Upper Sachsendorf member 0,20 – 1,20 m
Arnstorf member
Torleite formation 20 – 30 m
Kager member
Ebenwies formation 40 m
Treuchtlingen formation 60 m
Rohrach member
Degersheim member
Söldenau formation 30m
Schlittenhart member
Oberweilerl member
Ortenburg formation 35 m
Gelbebürg member
Dietfurt formation 45 – 55 m
Hahnenkamm group
Heidenheim member
Voglarn formation 12 m
Dinglreuth formation 0,5 m
Kı 3
Obere Kimmeridge-Schichten ("Malm Epsilon")
Kı 2
Mittlere Kimmeridge-Schichten ("Malm Delta")
Kı 1
Untere Kimmeridge-Schichten ("Malm Gamma")
Ox 2
Obere Oxford-Schichten ("Malm Beta")
Ox 1
Untere Oxford-Schichten ("Malm Alpha")
Limestones
Marls
Sublithographic limestones
Glauconite
Silifications
Dolomitization
Latent bedding planes
Reef-detrital limestones
Dolomites with Coralls and Diceras
Limestones of Biostromefazies

Fig. 7. The stratigraphic units of the Oxfordian and Kimmeridgian stages of the Frankenalb and adjacent areas. The twofold colums in the lower part of the Oxfordian of the Northern and Middle Frankenalb show the different developments in the northern and southern regions of the first and the western and eastern regions of the second one.

Lithostratigraphy. – In the basin of the Middle Frankenalb the facies in Oxfordian time is more of limestone character; marls are limited to basal layers and predominate in the western parts. The differences in thickness are considerable, the single limestone bed is thicker as in the Southern Frankenalb. Thus the standard section of Hartmannshof contains only 104 beds for the whole Oxfordian. As this quarry offers a complete section through the Oxfordian beds, it is the reference section for the enumeration of the „Hartmannshofer Bankfolge" (see v. FREYBERG 1966) and seems also to be very appropriate as type section of the Hartmannshof formation of the same scope and containing nearly all Oxfordian beds of the Middle Frankenalb. It has been figured by v. FREYBERG (1966, pl. 7). Only the lowermost deposits of the Oxfordian belong still to the Sachsendorf member of the Sengenthal formation (see below and fig. 7).

The differences in thickness, mentioned already above, concern mainly the lower part of the sequence, i. e. the beds below the zone of *Epipeltoceras berrense.* The Hartmannshof formation has its minimum thickness in the northwestern and northeastern parts, e. g. at Gräfenberg, east of Erlangen, where the famous fauna of DORN has been collected (see v. FREYBERG 1966, p. 38–39).

The studies mentioned above show that the facies of the Middle Frankenalb is rather different from that of the Southern Frankenalb. It had been more influenced by reefs, which are not rarely found in this facies also within the bedded limestones. This region seems to have been situated closer to the shore, especially in the eastern part, and to have been not so deep as the Southern Frankenalb basin, as indicated by the reduced sedimentation of marls and the numerous reefs. Only to the southeast, in the Regensburg area, there are again intercalations of marls (BAUBERGER & CRAMER 1961; BAUBERGER et. al. 1969), perhaps indicating a little deeper channel of the Regensburg strait. Farther to the southeast, in direction to Passau, v. AMMON (1875) has described some formations of Oxfordian age of other lithologic character. Outcrops are very bad today in this region. Some observations have been added by TROLL (1960).

Biostratigraphy. – The best compilation of the recent ammonite collections has been given by SCHULER (1965). In this formation the ammonites described by DORN (1930) have been collected. It is supposed that the fauna from Gräfenberg mainly comes from a condensed bed (see DORN 1958, v. FREYBERG 1966). In general the lower part of the formation is characterized by *Gregoryceras* (see ZEISS 1966, p. 111), but needs further investigations. Unpublished material shows that the *vertebrale* subzone may also be present. Further the *bifurcatus* zone has been proven. The „Berrense-Bänke" are the same important guide horizon as in the Southern Frankenalb; above *E. bimmamatum* and *E. treptense, Idoceras planula* and *Sutneria galar* are important. The index of the Lower Oxfordian, *Qu. mariae,* has been found in the Sachsendorf member of Sengenthal, the higher *Cardioceras cordatum* is reported from Gräfenberg (see ZEISS 1966) also from this member of the Sengenthal formation.

Northern Frankenalb

Between the Middle and the Northern Frankenalb a reef barrier is covering the area between Forchheim in the west and Bayreuth in the east, following the little river Wiesent and called therefore Wiesenttal reef complex. North of the Wiesenttal reef barrier the sedimentary character of the Oxfordian basin is influenced by more intercalations of marly layers (v. FREYBERG 1966, fig. 3 and 16, pl. 6), also in the upper part of the sequence.

Lithostratigraphy. – Due to the rather strong fluctuations in thickness and perhaps due to the intercalation of a further reef barrier (Würgau-Gorau reef) there are too many differences to correlate the lower and middle parts over the whole area of the basin; but it is possible to correlate the upper part (*Idoceras planula* beds). Correlation is possible in the lower part if the distances of the sections are not too great and the thickness of the beds is not too different. Such conditions are given in the northern region of the Frankenalb (see MEYER et al. 1972, suppl. 1), and in the southern part of the Ebermannstadt-Streitberg region (K. W. MÜLLER 1958, pl. 1, and GOTTWALD 1958, fig. 1), but not in the middle part (ANTONIADIS et al. 1972, suppl. 2). In the southern region the most complete section is available at the Feuerstein mountain near Ebermannstadt; it has been selected as type of the „Feuerstein-Bankfolge" by v. FREYBERG (1966, pl. 6). The section is accessible easily except of the lowermost beds, which must be excavated. It is used as the type section of the Feuerstein formation. In figure 7 the somewhat different developments in the northern and southern parts have been tried to plot. The northern part of much less thickness has got its own numeration by HEGENBERGER & SCHIRMER (1967, fig. 2) which is useful for local correlations, but in general has been replaced by the Feuerstein numeration (v. FREYBERG 1966). — The lowermost part of the Oxfordian is built up by dark, grey, sandy marls with glauconite and muscovite and named after the thickest development in the borehole Sachsendorf/Ofr. (see p. 9 and for details ZEISS 1962b).

Biostratigraphy. – The zonal sequence has been elucidated for the timespan *berrense* to *galar* zones; below no new material could be collected, with the exception of the lowermost part, the Sachsendorf member of the Neumarkt formation (see ZEISS 1962b, 1966; ANTONIADIS et al. 1972), which yielded ammonites of the *mariae* and *cordatum* zones.

For the northern Frankenalb of interest is the appearence of *Prorasenia* at the base of the *planula* zone, and of *Ringsteadia*, beginning with the base of the *berrense* zone in the northernmost sections of the Frankenalb.

3.2. Kimmeridgian

(fig. 7)

The two reef barriers which caused the lithologic differentiations of the three major Oxfordian basins are continuing during Kimmeridgian times. The differences between the Middle and Southern Frankenalb are becoming less distinct (see R. MEYER 1974b, fig. 2–5, 6, 12). Thus, in the Lower Kimmeridgian the sedimentary conditions differed apparently only in minor degree between these two areas (see fig. 7); therefore only one formation has been proposed, which covers the two regions (Arzberg formation). But there are some differences in the rocks of Middle and Upper Kimmeridgian time, reflected by four formations (Amberg, Treuchtlingen, Torleite, and Ebenwies formations). In contrast to the predominating limestone facies of the Middle and Southern Frankenalb, in the Northern Frankenalb a marly facies incorporated in the Dornig formation prevails during the Lower and Middle Kimmeridgian.

3.2.1. Lower Kimmeridgian

Southern and Middle Frankenalb

Lithostratigraphy. – Lower Kimmeridgian rocks consist of three parts; the lower and upper part is built up by limestones and marls, the middle one by limestones. The far-distance correlation has been established within the Southern Frankenalb by SCHMIDT-KALER (1962b, fig. 10; 1969, fig. 11). There are some differences in thickness (4 m less in the east), and of course some problems are connected with that, but in general the correlation can be considered well established. – Some problems more exist concerning the correlation between the Southern and Middle Frankenalb, especially of the lower marly layers (cf. GAUCKLER & HÄRING 1973, suppl. 1), M. MÜLLER (1961, fig. 4), HERTLE (1962, fig. 7), DOBEN & HELLER (1968, suppl. 2). As the numeration of the Oxfordian limestone beds is continued into the Lower Kimmeridgian the type section has been selected also in the region of Dietfurt; the Arzberg section (STREIM 1961 b, fig. 2) seems the best one: the formation begins with bed 234 or the marl below (seen better in the Töging section of the same author), and is terminated with bed 371.

In the region between Regensburg and Passau v. AMMON (1875) described a limestone series (Söldenauer Schichten) which seems to be an own development and therefore considered to be a seperate formation. Outcrop conditions are rather poor in this region today.

Biostratigraphy. – The outlines of Lower Kimmeridgian biostratigraphy are evident: The lower part belongs to the zone of *Sutneria platynota,* the middle part to the zone of *Ataxioceras hypselocyclum,* and the upper to the zones of *Crussoliceras divisum, Aspidoceras uhlandi,* and *Idoceras balderum.* Some papers by SCHAIRER are dealing with Lower Kimmeridgian ammonites, see also WEGELE (1929), BARTHEL (1963), SCHMIDT-KALER (1962b), STREIM (1961a), GEYER (1961), and SCHNITTMANN (1955 and 1958). It should be mentioned in this context that the first representatives of *Aspidoceras acanthicum* have been found just above the Crussoliensis marls (FR. HELLER 1964). *Idoceras balderum* has been found from 2 to 9 m above these marls (for detail see ZEISS 1964b).

Northern Frankenalb

Lithostratigraphy. – As shown by the descriptions of K. W. MÜLLER (1958, fig. 1), v. FREYBERG (1962), SCHÜTZ (1962), ANTONIADIS et al. (1972, fig. 4), HEGENBERGER & SCHIRMER (1967, fig. 6, 7, 9), and MEYER et al. (1972, fig. 3) the Lower Kimmeridgian of northern Franconia is developed in a marly facies, especially in the middle and northern part of the Northern Frankenalb. To the south there are intercalations of limestones; even in the upper part of the Lower Kimmeridian of the inner Wiesenttal region there are some thicker bedded limestones as in the Middle and Southern Frankenalb (K. W. MÜLLER 1968, fig. 2). – This marly facies is similar to the equivalent deposits of Suebia (HEGENBERGER & SCHIRMER 1967, tab. 2), especially in the northern regions of the Northern Frankenalb. In Franconia this facies development is best considered to form an own formation (together with the Middle Kimmeridgian beds), the Dornig formation. The name is derived from the mountain Dornig, where a section has been studied in detail by v. FREYBERG (1962) and ZEISS (1962a) and should be therefore the reference section;but, as this section doesn't quite reach the base of the formation, it must be completed by another nearby situated section, like Kaspauer or Kasendorf of the Weismain region (R. MEYER et al. 1972, fig. 3), which are extending downward to the top of the Feuerstein formation.

Biostratigraphy. – There are no great differences to the Middle and Southern Frankenalb. For the local biostratigraphy see HEGENBERGER & SCHIRMER (1967), MEYER 1972b, MEYER et al. (1972), ANTONIADIS et al. (1972), K. W. MÜLLER 1958, ZEISS (1962a; 1964 b), and SCHÜTZ (1962). Descriptions of ammonites of this area have been published by SCHNEID (1939; 1940; 1944).

3.2.2. Middle Kimmeridgian

(fig. 7)

Southern Frankenalb

A general review on the facies of the Southern Frankenalb has been provided by MEYER (1975a). For special details one should use the contributions of M. MÜLLER (1961), BAUSCH (1963), MEYER (1975b), and K. & H. J. BEHR (1976).

Lithostratigraphy. – The Treuchtlingen formation („Treuchtlinger Marmor" or „Treuchtlinger Schichten" of authors) consists of 60 m of thick and well-bedded „sponge-biostromes" (MEYER 1975a, p. 176) in its typical development. Often dolomitization occurs in the higher parts, or increasing growth of sponges is observable, what means transition to true recifal development in most cases. The formation has been well described by STREIM (1961a), SCHMIDT-KALER (1962b; 1969), ZEISS (1964a, b), v. FREYBERG (1964b), and others. A reference section can easily be selected from one of the sections of SCHMIDT-KALER (1962b, fig. 5), e. g. Wettelsheim near Treuchtlingen.

In the southeastern part (some kilometers west of Regensburg) a rather remarkable change occurs: within the Ebenwies formation, above thick-bedded dolomites follow rather thin-bedded, marly limestones, which seem to represent the first sublithographic development in Franconia. Above that follows a large lense of reef detritus until an intercalated dolomitic layer; the type section has been described and figured by STREIM (1961b, fig. 2); the Ebenwies formation is extending into the Upper Kimmeridgian.

The biostrome-limestones of the Treuchtlingen formation are much influenced by the surrounding reefs; the transitions may be studied in the Altmühl Valley or in the quarry Bonhof, NE of Treuchtlingen (see E. FLÜGEL et al. 1975, p. 207–209, fig. C 19–19a).

Middle Frankenalb

Lithostratigraphy. – The facies development of the Middle Kimmeridgian in the Middle and Northern Frankenalb has been graphed by MEYER (1974b, fig. 5–6), and offers a good overlook. – The sections of the so-called „Dickbankfazies" (MEYER 1974b, p. 17) are built up by thick-bedded limestones, which in contrast to the limestones of the Treuchtlingen formation consist of less sponges, tuberoids, and sessil foraminifera, are splitting up more easily and are very rich in silifications. Best examples of this facies can be observed in the Vils Valley, south of the town of Amberg (DOBEN & F. HELLER, 1968, suppl. 2). It is proposed to use the name Theuern member for these limestones; the name is derived from a quarry near the village Theuern in the Vils Valley having the largest section concerning the vertical range, and has been figured (quotation above). The Theuern member is a part of the Amberg formation, a name already used by GÜMBEL for rocks of such kind. Further in the Amberg formation is included the so-called „Tafelbankiger Dolomit", which has been studied by MEYER (1972a; 1974b) and GOETZE et al. (1975). This unit can be subdivided in a lower and an upper part. After the localities with good development of the facies types here the names Betzenstein member for the lower part, and Hollfeld member for the upper part are proposed. The Hollfeld member can be distinguished from the Betzenstein member by its thinner and more regular bedding planes and the stronger silification (MEYER 1974b, p. 20). Both members are distributed over a large area of the Middle Frankenalb (cf. MEYER 1974b, fig. 5–6, 12). – Besides this dolomitic development easy-splitting, thin-bedded limestones occur locally, e. g. near Betzenstein (GOETZE et al. 1975). No special name has been given to this facies due to its very limited occurence.

Northern Frankenalb

Lithostratigraphy. – As mentioned above in the Northern Frankenalb the Dornig formation continues in Middle Kimmeridgian time, too, up to the lower part of the *eudoxus* zone, thus covering the areas with non-recifal sedimentation. But only in the highest part of the Middle Kimmeridgian the whole area is covered by biostrome limestones and dolomites, sponge bioherms, partly dolomitized (MEYER 1974b, HEGENBERGER & SCHIRMER 1967). These upper sediments are of the facies types of the Amberg formation.

Biostratigraphy of the whole Frankenalb: The Treuchtlingen formation as well as the Amberg formation begin partly in the uppermost part of the Lower Kimmeridgian. But the main parts belong to the Middle Kimmeridgian, which in Franconia is containig the zones of *Aulacostephanus eulepidus* and *Au. eudoxus.* Also *Aspidoceras acanthicum* is a useful index in the lower part, but appears already in the upper Lower Kimmeridgian beds. Other guide fossils are *Aspidoceras bispinosum, Streblites levipictus, Sutneria eumela,* and others. A description of the fauna has been undertaken by BANTZ (1970); the foraminifera were described by WINTER (1970); other contributions see B. ZIEGLER (1958; 1962), SCHMIDT-KALER (1962b), SCHÜTZ (1962), HEGENBERGER & SCHIRMER (1967), ZEISS (1962a; 1964b), and SCHNEID (1914/15).

3.2.3. Upper Kimmeridgian

(fig. 7)

Above the Middle Kimmeridgian beds the differentiation of the sedimentary basin into three parts is missing. Therefore the units can be treated for the whole area of the Frankenalb. It should be pointed out that beginning with the sediments of the Upper Kimmeridgian these units are so-called „Wannen-Füllungen" between reef complexes; i. e. above reefs or recifal sediments and surrounded by them begins a new kind of sedimentation with thin-bedded micritic limestones in the lower part changing to sublithographic limestones in the upper part (for detail see FESEFELDT 1962 and v. EDLINGER 1964).

Lithostratigraphy. – In the Southern Frankenalb the main unit is the Torleite formation (cf. ZEISS 1964b), named after the mountain Torleite between Eichstätt and Solnhofen, south of the river Altmühl (ZEISS 1964b, fig. 1). The Torleite formation at the type locality is built up by 20 m of rather thin-bedded, yellow, micritic limestones, splitting well, with intercalations of siliceous concretions. The top is marked by a red marl layer of 20 cm. To the west the colour of the limestones is becoming grey, the beds are somewhat thicker, and the red marl is not developed: the transition to the lower part of the Rögling formation is indicated. To the east beginning in the surrounding of Kipfenberg/Altmühl, i. e. in the middle part of the Southern Frankenalb (SCHNITZER 1965), the upper part of the limestones is replaced by sublithographic limestones, partly silicified. These are exposed with their upper part and boundary in the lower section of the quarry Rygol near Painten (STREIM 1961a, p. 22, fig. 9). The best outcrops of the lower part and boundary are situated some kilometers south of Dietfurt/Opf. near the little village Arnstorf (see STREIM 1961a, p. 20–22, pl. 1). From this locality the name has been derived. Seperated by large reef complexes the Arnstorf member is apparently also developed in the basin of Parsberg/Opf. and Oberpfraundorf (M. MÜLLER 1961).

To the north, in the area of the Middle and Northern Frankenalb, within the large reef complexes and the dolomites of the Hollfeld member of the Amberg formation only minor basins of normal-bedded micritic limestones and dolomites exist. Thus in the surrounding of the Autobahn Nürnberg–Amberg, 40 km east of Nürnberg, the „Poppberg-Wanne“ is crossed; it is filled with yellow, rather thin-bedded limestones with some marly intercalations, the Fürnried member (for detail see WINTER 1964; MEYER 1974b). Farther to the northwest one can observe between Betzenstein and Bronn about 50 km east of Erlangen thin-bedded, fine-grained dolomites, very poor in fossils, named after the village Bronn, where these dolomites have been exploited in some quarries for industrial purposes; they were described by EXLER (1955, p. 10–19, fig. 9), GOETZE et al. (1975, p. 49), and MEYER (1972a, 1974b). Some parts of this member are not dolomitized, and may also reach into the Lower Tithonian.

Interrupted again by reefs and recifal sediments in the most northern part of the Frankenalb, 30–40 km east of the town of Bamberg the „Wanne“ of Wiesentfels and Wattendorf is filled with rather thin-bedded limestones and also some dolomites with latent bedding planes (regional distribution see MEYER 1974b, fig. 12; description by HEGENBERGER & SCHIRMER 1967, p. 64, and MEYER et al. 1972). The name „Wattendorf Schichten“ has been used provisionally by HEGENBERGER & SCHIRMER (1967) and is here adopted as the Wattendorf member of the Torleite formation. In the southeastern margin of the Südliche Frankenalb the Ebenwies formation, consisting of detrital limestones and sublithographic limestones, is extending into the Upper Kimmeridgian, too (STREIM 1961a); to the east there is evidence for a transition of the sublithographic limestones into yellow, marly limestones of the surrounding of Kager, a village in the westernmost periphery of the town of Regensburg. For these limestones the name Kager member seems to be appropriate; they were described by BAUBERGER et al. (1969). Outcrops are situated north of the river Danube.

Biostratigraphy. – There are three zones in the Upper Kimmeridgian, that of *Sutneria pedinopleura* or *Hybonoticeras pressulum*, of *Sutneria subeumela* and of *Virgataxioceras setatum*. The last two ones are sometimes also united as the zone of *Hybonoticeras beckeri*.

The latter zone has been discovered by SCHNEID (1914/15); later BERCKHEMER & HÖLDER (1959) as well as SEEGER (1961) described the fauna, mainly of Württemberg. For Franconia the author gave a review (1968a, p. 18–20);supplements have been provided by FAY (1976) and MEYER (1972a; 1974b).

3.3. Tithonian

(fig. 6 and 8)

Since there are already some reviews on the Tithonian stage of the Frankenalb, here only a short outline with some additions is given. The following papers are dealing with all the Tithonian beds of Franconia, as well: v. FREYBERG (1968), ZEISS (1968; 1974; 1975), KEUPP (1975), and MEYER (1975). In this paper some further lithostratigraphic names have been introduced to provide a better survey over the different limestone and lithostratigraphic limestone complexes.

3.3.1. Lower Tithonian

Lower Subdivision

Two large units have been proposed in the past, the „Altmühltal-Schichten“ (v. FREYBERG 1964) and the Lehnberg formation (FAY 1976), which represent the whole lower subdivision of the Lower Tithonian. The limit between both is somewhat arbitrary, but may be drawn in the middle of the Altmühl Valley; both are considered to be of group rank. Thus the western unit is the Altmühltal group, including the main development of true lithographic limestones, but also similar facies types and one limestone formation of other type as well. The following units belong to the Altmühltal group: Rögling formation, Geisental formation, Solnhofen, Eichstätt, and Pfalzpaint formations, Groppenhof formation, and Mörnsheim formation with Mühlheim, Daiting, Großanger, and Neufeld members. The Lehnberg group in the east comprises the main development of limestone and marly formations, and to some degree sublithographic and also lithographic limestones. To this group are ranked the following units: Hopfental formation, Reisberg formation with Weltenburg, Teufelskopf, Ried, Katzengraben, Reisberg, Haselberg, Lindlberg, Biesenhard, and Buxheim members, Painten formation with Hennhüll, Öchselberg, and Zandt members, Hepberg and Denkendorf formation with Kelsbach member. All these units are figured in fig. 8.

Lithostratigraphy

a. Western region (Altmühltal group).

In the westernmost region the lower part of the group is built up by a limestone series, the Rögling formation; going to the east the limestones are gradually replaced by sublithographic limestones of the Geisental formation. The top of it is a silicified layer, which is a good limit to the overlying beds. The Geisental formation has been established by v. FREYBERG (1964), the Rögling formation by FESEFELDT (1962). The Geisental formation can be followed until the region of Kipfenberg approxemately.

The middle part of the Altmühltal group is in the west composed by the famous Solnhofen formation (KRUMBECK 1928), containing in its upper part the very true lithographic limestones (FESEFELDT 1962); the lower part is built up by some layers of sublithographic limestones and submarine slumps („Krumme Lage“); also the upper part may contain submarine slumping beds at its top. For details see FESEFELDT (1962). Somewhat different is the development in the Eichstätt formation (v. EDLINGER 1964): the lithographic limestones are thin-bedded, extending up higher in the stratigraphic column. The lower part is developed as marls at the base, then follow sublithographic and lithographic limestones. The upper part is built up by thin lithographic limestones, and subaquatic slumps (v. EDLINGER 1964; 1966). The „Wanne“ of Solnhofen is separated from that of Eichstätt by reefs including the Ried-Wanne with a quite different facies of siliceous and marly sublithographic limestones and reef detritus; this peculiar development is seperated here as the Groppenhof formation (description see ZEISS 1964d, p. 19–20, pl. 1). There are some transitional developments in the eastern part of the Solnhofen Wanne, i. e. the area of Haunsfeld, to this facies type.

East of Eichstätt there is again a thicker and partly not so fine-grained development of lithographic limestones in the „Wanne“ of Pfalzpaint (v. EDLINGER 1964), for which the name „Pfalzpaint formation“ is introduced (sections see v. EDLINGER 1964, fig. 27–28), but has been already used by v. EDLINGER (1964) as the „Pfalzpaintener Schiefer-Fazies“, like the term „Eichstätter Schiefer-Fazies“ for the Eichstätt formation (see above). The Pfalzpaint formation is well-known for their fossil medusae.

Concerning the origin of the lithographic limestones KEUPP (1975) has given a review of most of the existing theories. – As it has been pointed out by the author (ZEISS 1968b, p. 154) the main elements of the fauna are nectonic. The appearance of animals (ammonites) of all ontogenetic stages seems to be characteristic of good

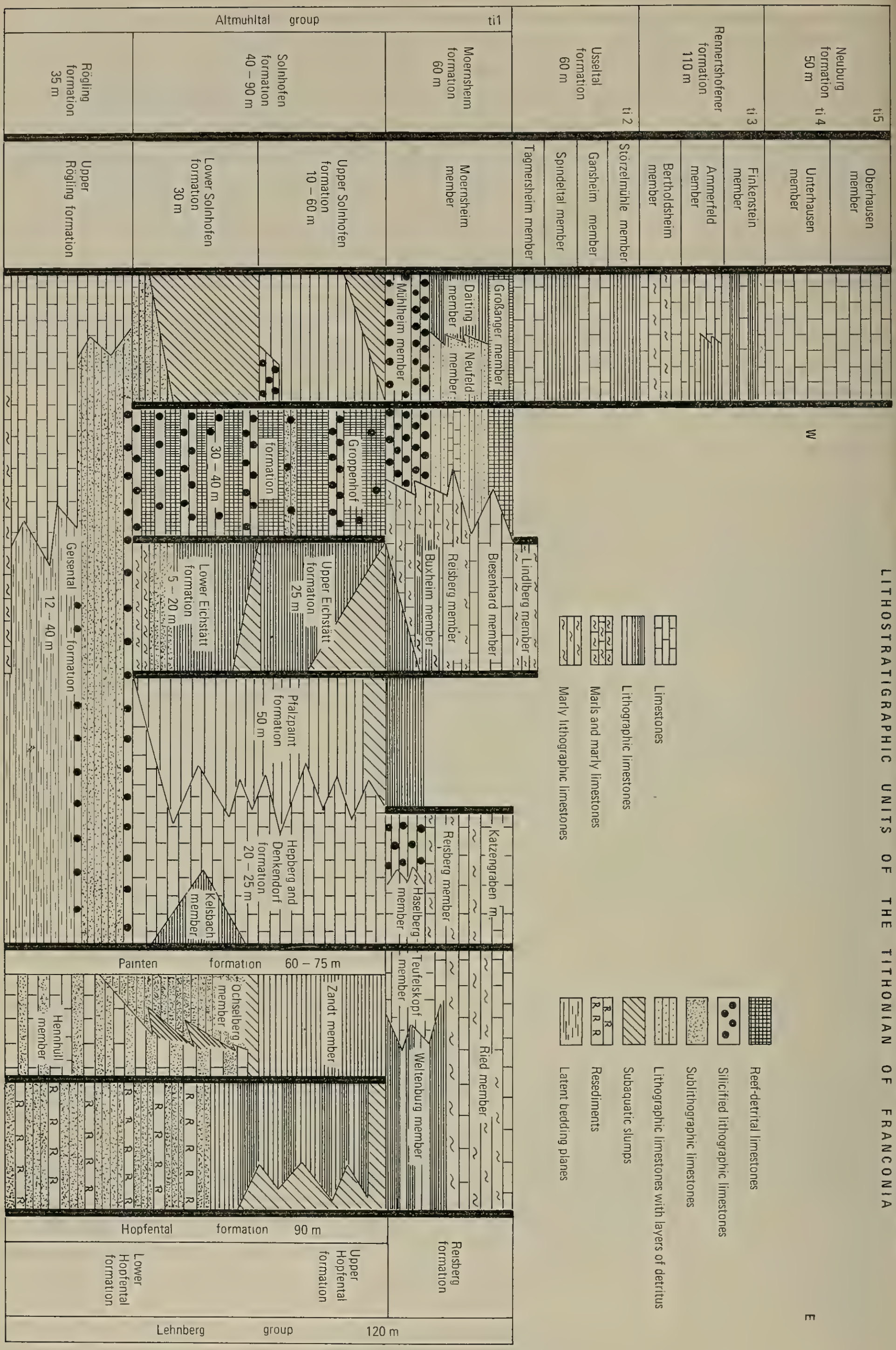

LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS OF THE TITHONIAN OF FRANCONIA
W
E
Altmuhltal group ti1
Rögling formation 35 m
Solnhofen formation 40 – 90 m
Moernsheim formation 60 m
Usseltal formation 60 m ti 2
Rennertshofener formation 110 m ti 3
Neuburg formation 50 m ti 4
ti5
Upper Rögling formation
Lower Solnhofen formation 30 m
Upper Solnhofen formation 10 – 60 m
Moernsheim member
Tagmersheim member
Spindeltal member
Gansheim member
Störzelmühle member
Bertholdsheim member
Ammerfeld member
Finkenstein member
Unterhausen member
Oberhausen member
Großanger member
Dalting member
Neufeld member
Mühlheim member
Groppenhof formation 30 – 40 m
Lindlberg member
Biesenhard member
Reisberg member
Buxheim member
Lower Eichstätt formation 5 – 20 m
Upper Eichstätt formation 25 m
Geisental formation 12 – 40 m
Pfalzpaint formation 50 m
Hepberg and Denkendorf formation 20 – 25 m
Kelsbach member
Katzengraben m.
Reisberg member
Haselberg member
Painten formation 60 – 75 m
Ochselberg member
Zandt member
Hennhüll member
Teufelskopf member
Weltenburg member
Ried member
R R R
Hopfental formation 90 m
Lower Hopfental formation
Upper Hopfental formation
Reisberg formation
Lehnberg group 120 m
Limestones
Lithographic limestones
Marls and marly limestones
Marly lithographic limestones
Reef-detrital limestones
Silicified lithographic limestones
Sublithographic limestones
Lithographic limestones with layers of detritus
Subaquatic slumps
Resediments
Latent bedding planes

Fig. 8. The lithostratigraphic units of the Tithonian of Franconia (Southern Frankenalb).

conditions for life at least at distinct times. Those times probably were present during reduced or interrupted deposition of lime mud, since, in general, fossils can be found not within the limestones, but on the bedding planes or within the marly sediments. As for most of the fossils quick embedding must be supposed, this may be a hint that, beginning with a new lime-mud sedimentation, the conditions of environment in the sea became so unfavourable (by change of temperature, salinity, ph-value or other factors) that the majority of the then living animals came to death and was deposited and preserved on the bedding planes between the last and the new arising limestone layer.

With this theory in rather good accordance are the results of KEUPP[1]), who is developing a new model based on researches with the Stereoscan Microscope (1976). These studies helped him to elucidate the delicate problem of the origin of the limestones themselves. He could demonstrate that the lithographic limestones of the Upper Solnhofen and Eichstätt formations have been built up by coccoid bluegreen algae, while in the marly sediments between them or on the bedding-planes Coccolithophoridae and Calcisphaerulidae have been found. The first ones are supposed to be deposited under hypersaline conditions, the second ones after an overturn, which was happening from time to time, in a normal marine milieu; at those times a normal marine fauna could invade into the basin, for a certain time. With growing evaporation the sea became more and more hypersaline and the invaded fauna died and was conserved at the sea floor by a film of new produced coccoid blue-green algae. – Of course many questions, e. g. the migration routes, remain to be solved, also the origin of the sublithographic limestones of the eastern regions, but it is hoped that the discussion on the origin of the Solnhofen limestones will be brought forward by these studies. One should also keep in mind that the environmental factors influencing the deposition of the lithographic and sublithographic limestones of the Franconian Alb may have been modified from Wanne to Wanne. A model which could explain all problems of the genesis of these limestones convincingly does not yet exist (see also HEMLEBEN 1977).

The upper part of the Altmühltal group is formed by the Mörnsheim formation (KRUMBECK 1928), which is composed by four members, already known to FESEFELDT (1962) as „Fazies-Typen", but only named after localities in one case. In the area from the Ries to the Wellheim Valley the lower part is mostly represented by partly silicified lithographic limestones, the Mühlheim member (Fazies 1 of FESEFELDT 1962), named after the area with the best outcrops (see FESEFELDT 1962, p. 38–41). The middle part is built up either by lithographic limestones, the Daiting member (Fazies 3 of FESEFELDT 1962, p. 41), or alternations of this facies with intercalations of thin-bedded limestones and marls with fine detritus, the Neufeld member (Fazies 2, Neufeldfazies of FESEFELDT 1962, p. 40). In general the upper part is formed by detrital limestones and marls of the Grossanger member (facies 4 and 5 of FESEFELDT 1962, p. 42). All the names were derived from localities where typical outcrops have been described by FESEFELDT (1962).

The typical development of all these members is limited to the western part of the Southern Frankenalb; only the Mühlheim member has been observed farther to the east, too („Kieselplatten", see v. FREYBERG 1964; SCHNITZER 1965), and east of the Wellheim Valley the transition beds to the Reisberg formation has been recognized (ZEISS 1964d).

b. Eastern region (Lehnberg group)

In the area of Kelheim the lower and middle part of the group has been studied by RUTTE (1961), SCHMIDT-KALER (1968), and FAY (1976). The name Hopfental-

---

[1]) Apparently also the model of BUISONJÉ (1972) fits this theory.

Schichten has been given to these rocks by FAY, who also gave instructive figures and selected reference localities for the lower and upper part of this formation (1976, p. 55–56, fig. 3a–3b). The lower part is built up by sublithographic limestones and resedimentary breccias, the upper part by thin-bedded lithographic limestones and submarine slumps. A tentative correlation with other parts of the Frankenalb has been also provided.

Leaving the Kelheim area and directing northward we come to the Wanne of Painten, and northwestward to the Wanne of Schamhaupten. This area has been studied by STREIM (1961 a, b) and BAUSCH (1963). It has not been possible to separate the lower and the middle part as clear as in the Solnhofen–Eichstätt area; therefore the sediments of these parts have been united as the Painten formation. The Hennhüll member of this formation consists of sublithographic limestones with intercalations of algal limestones and thicker-bedded limestones and slumps. Good sections are described from the region of Hennhüll-Painten (STREIM 1961 b, p. 22–30, fig. 7–12, 15–16), some kilometers south of Hemau/Opf. – A thinner bedded development of the sublithographic limestones has been described by BAUSCH (1963, p. 20–21) as the „Öchselbergschieferfazies“ of the Wanne of Schamhaupten situated above and transitional to the facies of the Hennhüll member; it is considered here as Öchselberg member. The name is derived from the mountain Öchselberg, about 10 km southwest of Riedenburg/Altmühltal. A more recent description of the Hennhüll member has been given by FLÜGEL et al. (1975, p. 195). – The top of the Hennhüll and Öchselberg members is formed by a subaquatic slump mass.

Above, lithographic limestones of various properties and thickness appear, called „Zandter Schiefer“ by BAUSCH (1963, p. 22), here named Zandt member; the name refers to the village Zandt, about 4 km east of Denkendorf at the Autobahn Ingolstadt–Altmühltal. East of this village there are quarries in the lithographic limestones yielding well-preserved fossils (see BANTZ 1970). While the development at the type locality is characterized by thicker bedding, there occur thinner bedded lithographic limestones in the Painten area, called „Schieferfazies“, but presumably belonging to this member, too.

Proceeding to the west the lithographic development is becoming subordinate and replaced by normal limestones. They have been named by SCHNITZER (1965) „Untere Bankkalke“ or „Hepberg-Denkendorfer Kalk“, transfered here to the Hepberg-Denkendorf member; for detailed description and figures see SCHNITZER (1965, p. 16–19). South of this area there is an intercalation of sublithographic limestones again, the Kelsbach member (PATZELT 1963, SCHNITZER 1965, tab. 1), appearently interfingering with the Hepberg-Denkendorf member.

The upper part of the Lehnberg group is named „Reisberg formation“. The typical development of it is around the Reisberg mountain, situated about 12 km northwest of Ingolstadt/Donau; but as the sediments of the eastern regions are similar, they are also included in this formation. In the type area the lower part of the formation is formed by marls and limestones of the Haselberg member („Haselberg-Schichten“, SCHNITZER 1965, p. 18 and 22, fig. 5), overlain by the Reisberg member („Mergelkalkserie“, SCHNITZER 1965, p. 18, 24–25, fig. 8–9), consisting of marls and marly limestones in a characteristic development, and the Katzengraben member at the top, built up by thick limestones with some marly intercalations („Obere Bankkalke“, SCHNITZER 1965, p. 18 and 26–27, fig. 10–12). From the Reisberg area to the west there are some changes: the Haselberg and the Katzengraben members are not present, the Reisberg member is replaced partly by the Buxheim member („Buxheimer Schiefer“, v. FREYBERG 1974, p. 43, fig. 10), a rather marly development of sublithographic limestones, and the Biesenhard member („Dickbankkalke“, v. FREYBERG 1964, p. 44, fig. 10), named after the village Biesenhard, east of which some quarries have been exploited. Farther to the west (eastern margin of the Wellheim Valley) the whole lower and middle part of the formation is built up only by the Reisberg member. At the top marls in cores of bore-holes have been observed, which might belong to younger beds than the Moernsheim formation (see v. FREYBERG 1964, p. 44, fig. 10). They have been named „Lindlberg Mergel“ by v. FREYBERG (1968, pl. 1) and are here treated as the Lindlberg member. In the eastern part of the range of the Reisberg formation the lower subdivision of this formation consists of either thick-bedded limestones of the Teufelskopf member („Teufelskopfkalke“, BAUSCH 1963, p. 22, tab. 4 and 6, the name of which is derived from the Teufelskopf hill, west of the Öchselberg; s. above), or the very thin-bedded, marly, lithographic limestones and marls of the Weltenburg member (FAY 1976, p. 56) which represents the former „Papierschiefer“ (BAUSCH 1963, p. 27). The upper subdivision is formed by the Ried member (FAY 1976, p. 57), i. e. the so-called „Runzelkalke“ of BAUSCH (1963, p. 26). Correlation of all these formations and members is possible only tentatively. But the discovery of some ammonites, which are rather rare in these formations, helped to solve the major problems (see ZEISS 1964c, 1968b; v. FREYBERG 1964, p. 46; BAUSCH 1963, p. 22; SCHNITZER 1965, p. 24–25; SCHMIDT-KALER 1968, p. 30).

Biostratigraphy

First studies on the ammonites have been made by OPPEL (1863); he was succeeded by SCHNEID (1915b) and BERCKHEMER & HÖLDER (1959). All ammonites as far as known have been listed by ZEISS (1968b, p. 21–26); also the zonal sequence has been established in this publication (1. c. p. 133–135). The ammonite fauna needs revision, which is planned for the future; by this a better fundament will be gained what concerns the correlation with Württemberg. For the moment as guide fossils are considered (from below) *Lithacoceras riedense, Subplanites rueppelianus,* and *Subplanites moernsheimensis* forming the (super) zone of *Hybonoticeras hybonotum;* there are other important guide fossils like *Neochetoceras praecursor* in the lower part, *Neochetoceras steraspis, Glochiceras lithographicum,* and *Gravesia gigas* in the middle and upper part. *Lithacoceras ulmense* (OPPEL) has been found in the whole Altmühltal group, but is rather scarce. Other fossils which occur especially in the Solnhofen and other lithographic limestones have been listed and figured by O. KUHN (1961; 1966), a new edition of the latter is in press. Also MAYR (1967) published an extensive study on the Fauna of Solnhofen-Eichstätt district. „Solnhofen“ fossils have been figured well by LEICH (1968). For the Kelheim region compare RUTTE (1961).

3.3.2. Middle and Upper Subdivision of the Lower Tithonian, Middle and Upper Tithonian

(fig. 6 and 8)

In contrast to Württemberg in Franconia the jurassic succession persists into younger zones than that of *Hybonoticeras hybonotum.* In this region the ammonite succession of the middle and upper part of the Lower Tithonian as well as of the Middle Tithonian could be observed for the first time (SCHNEID 1915a; BARTHEL 1962, 1975; ZEISS 1968b). Therefore the Southern Franconian Alb has been proposed as type area for this part of the Jurassic (ZEISS 1975a; BARTHEL 1975).

Since for this sequence comprehensive reviews in English language already exist (BARTHEL 1975; ZEISS 1975a and b) and detailed papers in German language are available (BARTHEL 1962; 1969; ZEISS 1964d; 1968b; SCHAIRER & YAMAMI 1973) only the following short report is provided.

The middle and upper subdivision of the Lower Tithonian, the Usseltal and Rennertshofen formations, comprise an alternation of thick, yellow limestones and lithographic limestones. This alternation occurs twice in the Usseltal formation. In the Rennertshofen formation the deposition of lithographic limestones is reduced, limestones and marly limestones predominate. Full descriptions of these formations have been published by Fesefeldt (1962, p. 46–59, fig. 23–27), Streit (1963, p. 10–17, fig. 4), and Zeiss (1964d, p. 33–35); the biostratigraphy and the description of ammonites have been treated by Zeiss (1968b), the foraminifera by Groiss (1963). These formations are characterized by a typic ammonite fauna which contains in the Usseltal and lower Rennertshofen formation (middle part of the Lower Tithonian) species of *Usseliceras, Neochetoceras* (*mucronatum* group), *Dorsoplanitoides* (*triplicatus* group), and *Subplanitoides,* while in the middle and upper Rennertshofen beds (upper part of the Lower Tithonian) *Franconites, Parakeratinites, Dorsoplanitoides* (*bavaricus* group) as well as the first *Danubisphinctes, Sublithacoceras, Parapallasiceras,* and *Lemencia* are representative. The following zones could be distinguisted (from below): 1. (middle part of the Lower Tithonian) *Usseliceras tagmersheimense,* 2. *Dorsoplanitoides triplicatus,* 3. *Usseliceras parvinodosum,* 4. (upper part of the Lower Tithonian) *Franconites vimineus* and *Dorsoplanitoides palatinus.*

The Middle and Upper Tithonian (Neuburg formation) is built up by white to grey limestones and some marly layers. The details on lithostratigraphy, correlation, and fossils can be found in the papers of Barthel (1962, 1969 and 1974), Groiss (1963 and 1967), and Streit (1963). The succession of ammonite zones has still to be worked out in detail. An overlook on the vertical distribution of ammonites has been given by Barthel (1974). The Middle Tithonian is characterized mainly by *Pseudolissoceras bavaricum.* A farther subdivision is possible by the following assemblages (from below): 1. *Virgatosimoceras – Sublithacoceras* (*penicillatum* group), 2. *Lemencia* – (?) *Sublithacoceras* (*glaber* group), 3. *Isterites.* The Upper Tithonian is represented only in the uppermost bed by the calpionellid *Crassicollaria* (Barthel 1969).

An open problem is the boundary between the Middle and Upper Tithonian (see Barthel 1974). Above the zone with *Pseudolissoceras bavaricum,* which is true Middle Tithonian, the beds in the Neuburg area yield only *Isterites;* it is supposed that these beds correspond with the zone of *Pseudovirgatites puschi,* which is an equivalent of the uppermost part of the *Ilowaiskya pseudoscythica* zone, belonging to the subboreal province (Kutek & Zeiss 1964). The *puschi* zone has been considered to be of lowermost Upper Tithonian age, mainly on the first appearance of true *Pseudovirgatites.* New correlations by the author make it more probable that the *puschi* zone belongs to the uppermost Middle Tithonian (Zeiss 1977).

Acknowledgement

The author is indebted very much to Mrs. Sporn, Erlangen, who had the kindness to graph and arrange the tables of this paper in time despite of her vacances. Mrs. Scholl kindly assisted to type the bibliography. Dr. G. Bloos and Dr. B. Herting revised the English text.

Literature

Ammon, L. v. (187): Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Passau. 200 pp., 4 pls., 1 tab.; München.

Antoniadis, P., Fytrolakis, G., Hegenberger, W. & Munk, C. (1972): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6032 Scheßlitz. 204 pp., 6 pls., 20 figs., 6 tabs., 8 suppls., München.

Arkell, W. (1952): A middle Bathonian Ammonite fauna from Schwandorf, Northern Bavaria. – Schweiz. paläont. Abh., 69, p. 1–18, 3 pls.; Basel.

Bantz, H. U. (1969): Echinoidea aus Plattenkalken der Altmühlalb und ihre Biostratinomie. – Erlanger geol. Abh., 78, 35 pp., 7 pls., 1 fig.; Erlangen.
— (1970): Der Fossilinhalt des Treuchtlinger Marmors (Mittleres Unter-Kimmeridge der Südlichen Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 82, 86 pp., 6 pls., 6 figs.; Erlangen.

Barthel, K. W. (1962): Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie der Neuburger Bankkalke. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., N. F. 105, 30 pp., 5 pls.; München.
— Einige Idoceratinae (Ammonoidea) aus dem südlichen Fränkischen Jura. – Mitt. Bayer. Staatssammlg. Paläont., hist. Geol., 3, p. 27–33; München.
— (1969): Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 142, 174 pp., 14 pls.; München.
— (1975): The Neuburg area (Bavaria, Germany) as a prospective reference region for the middle Tithonian. – Mem. B. R. G. M., 86, p. 332-336; Paris.
— (1976): Coccolithen, Flugstaub und Gehalt an organischen Substanzen in Oberjura-Plattenkalken Bayerns und SE-Frankreichs. — Eclogae geol. Helv., 69/3, 627—639, 2 figs., pl. 1—4; Basel.

Bauberger, W. & Cramer, P. (1961): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6838 Regenstauf. 220 S.; München.

Bauberger, W., Cramer, P. & Tillmann, H. (1969): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt Nr. 6938 Regensburg. 414 pp., 33 figs., 17 tabs., 9 suppls.; München.

Bausch, W. (1963): Der Obere Malm an der unteren Altmühl. – Erlanger geol. Abh., 49, 38 pp., 7 pls.; Erlangen.

Becker, A. (1960): Geologische Untersuchungen südlich Thalmässing (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 35, 19 pp., 1 pl.; Erlangen.

Behr, K. & Behr, H.-J. (1976): Cyanophyten aus oberjurassischen Algen-Schwammriffen. - Lethaia, 9, p. 283-292; Oslo.

Berckhemer, F. & Hölder, H. (1959): Ammoniten aus dem Oberen weißen Jura Süddeutschlands. – Beih. geol. Jb., 35, p. 1–135, 27 pls., 89 figs.; Hannover.

Buch, L.v. (1839): Über den Jura in Deutschland. – Abh. Akad. Wiss., 1837, Phys. Abh., p. 49-135; Berlin.

Buisonjé, P. H. de (1972): Recurrent red tides, a possible origin of the Solnhofen limestone. – Koninkl. Nederld. Akad. Wetensch., Proc., B, 75, p. 152–177, 2 figs.; Amsterdam.

Doben, K. & Heller, F. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6637 Rieden. 56 pp., 13 figs., 2 tabs., 2 suppls.; München.

Dorn, P. (1927): Die Ammonitenfauna der Parkinsonienschichten bei Thalmässing (Frankenalb). – Jb. Preuß. geol. Landesanstalt, 48, p. 225–251, pl. 4–7; Berlin.
— (1930/1931): Die Ammonitenfauna des Untersten Malm der Frankenalb. – Palaeontographica, 73 (1930), p. 107–171, pl. 15–30; 74 (1931), p. 1–92, pl. 1–20; Stuttgart.
— (1935): Die Hammatoceraten, Sonninien, Ludwigien, Dorsetensien und Witchellien des Süddeutschen, insbesondere fränkischen Doggers. – Palaeontographica, A, 82, p. 1–124, 29 pls.; Stuttgart.
— (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt 6333 Gräfenberg. 84 pp., 1 pl., 2 tabs.; München.

Edlinger, G. v. (1964): Faziesverhältnisse und Tektonik der Malmtafel nördlich Eichstätt/Mfr. – Mit feinstratigraphischer und paläogeographischer Bearbeitung der Eichstätter Schiefervorkommen. – Erlanger geol. Abh., 56, 75 pp., 2 pls.; Erlangen.
— (1966): Zur Geologie des weißen Jura zwischen Solnhofen und Eichstätt/Mfr. – Erlanger geol. Abh., 61, 20 pp., 1 pl.; Erlangen.

Exler, H. J. (1955): Geologie der Fränkischen Alb zwischen Hohenmirsberg und Weidensees nebst Untersuchungen über die Entstehung des Brunner Plattendolomits. – Erlanger geol. Abh., 15, 27 pp.; Erlangen.

Fay, M. (1976): Riffnahe Resedimente im Raum Kelheim: Lithologie, Genese und stratigraphische Bemerkungen. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 152/1, p. 51–74, 5 figs., 2 tabs.; Stuttgart.

Fesefeldt, K. (1962): Schichtenfolge und Lagerung des oberen Weißjura zwischen Solnhofen und der Donau (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 46, 80 pp., 2 pls.; Erlangen.

Flügel, E. et al. (1975): Excursion route. – *In:* Excursion C Upper Jurassic of Southern Franconia. – Guide book, Intern. Sympos. fossil Algae, p. 193-211; Erlangen.

Freyberg, B. v. (1960): Parallelisierung der Eisenerzflöze im Dogger β Bayerns und Württembergs. – Abh. Deutsch. Akad. Wiss., Kl. III, 1, p. 247–262, 4 figs.; Berlin.
— (1962): Die Malm Gamma/Delta-Grenze bei Staffelstein. – Geol. Bl. NO-Bayern, 12, p. 133–140; Erlangen.
— (1964): Geologie des Weißen Jura zwischen Eichstätt und Neuburg/Donau (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 54, 97 pp., 11 pls.; Erlangen.
— (1966): Der Faziesverband im Unteren Malm Frankens. Ergebnisse der Stromatometrie. – Erlanger geol. Abh., 37 p., 62, p. 1–92, 8 pls.; Erlangen.
— (1968): Übersicht über den Malm der Altmühl-Alb. – Erlanger geol. Abh., 70, 4 pls., 5 figs.; Erlangen.

— (1974): Das geologische Schrifttum über Nordost-Bayern. – Geologica Bavarica, 70, 467 pp.; München. – [1974a]

— (1974): Das erste Profil durch die „Rathsbergschichten“ (Rhät) am locus typicus bei Erlangen (Bohrung Rathsberg 1, 1971). – Erlanger geol. Abh., 97, p. 5-23, 8 figs.; Erlangen. – [1974b]

— (1975): Neue Forschungsergebnisse aus dem Keuper und Lias von Erlangen. – Erlanger geol. Abh., 102, 104 pp., 12 pls; Erlangen.

Gauckler, P. & Häring, H. (1973): Geologische Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6735 Deining. 158 pp., 10 figs., 10 tabs., 6 suppls.; München.

Geyer, O. F. (1961): Monographie der Perisphinctidae des unteren Unterkimmeridgium (Weißer Jura γ, Badenerschichten) im Süddeutschen Jura. – Palaeontographica, A, 117, p. 1–157, 22 pls.; Stuttgart.

Goetze, F., Meyer, R. K. F. & Treibs, W. (1975): Geologische Karte von Bayern 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 6334 Betzenstein. 144 pp., 34 figs., 2 tabs., 1 suppl.; München.

Gottwald, H. (1958): Stratigraphische und tektonische Spezialaufnahmen im Jura nördlich von Muggendorf (Fränkische Alb). – Erlanger geol. Abh., 25, p. 23–42, pl. 2; Erlangen.

Groiss, J. Th. (1963): Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Juragebiet westlich von Neuburg an der Donau. – Erlanger geol. Abh., 48, 53 pp., 3 pls.; Erlangen.

— (1967):Mikropaläontologische Untersuchungen im Gebiet von Eichstätt (Südliche Frankenalb). – Foraminiferen-Faunen aus den Neuburger Bankkalken (Mittel-Tithon). – Erlanger geol. Abh., 66, 93 pp., 9 pls.; Erlangen.

— (1970): Feinstratigraphische, ökologische und zoogeographische Untersuchungen der Foraminiferen-Faunen im Oxford der Franken-Alb.– Erlanger geol. Abh., 81, 83 pp., 9 figs., 2 tabs.; Erlangen.

— (1975): Geological map of Franconia. – *In:* Excursion C Upper Jurassic of the Southern Frankenalb. – Guide book Intern. Sympos fossil Algae, p. 149; Erlangen.

Gudden, H. & Treibs, W. (1961): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6436 Sulzbach-Rosenberg Nord. 143 pp., 6 figs., 9 suppls.; München.

Hahn, W. (1968): Die Oppeliidae Bonarelli und Haploceratidae Zittel (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura ε) im südwestdeutschen Jura. – Jh. geol. Landesamt Baden-Wttbg., 10, p. 7–72, 3 pls., 10 figs.; Freiburg i. Br.

— (1969): Die Perisphinctidae Steinmann (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura ε) im südwestdeutschen Jura. – Jh. geol. Landesamt Baden-Wttbg., 11, p. 29–86, 9 pls., 11 figs.; Freiburg i. Br.

— (1970): Die Parkinsoniidae S. Buckman und Morphoceratidae Hyatt (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura ε) im südwestdeutschen Jura. – Jh. geol. Landesamt Baden-Wttbg., 12, p. 7–62, 8 pls., 8 figs.; Freiburg i. Br.

— (1971): Die Tulitidae S. Buckman, Sphaeroceratidae S. Buckman und Clydoniceratidae S. Buckman (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura ε) im südwestdeutschen Jura. – Jh. geol. Landesamt Baden-Wttbg., 13, p. 55–122, 9 pls., 13 figs.; Freiburg i. Br.

Hedberg, H. D. (1976): International stratigraphic guide. 200 pp.; New York.

Hegenberger, W. & Schirmer, W. (1967): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 5932 Ützing. 156 pp., 4 pls.; München.

Heller, F. (1964): Ammoniten aus dem oberen Malm Gamma bei Theuern und Lengenfeld (Opf.) – Geol. Bl. NO-Bayern, 14, p. 144–147; Erlangen.

Heller, Fl. & Zeiss, A. (1972): J. C. M. Reinecke und sein Werk: Des Urmeeres Nautili und Argonautae aus dem Gebiet von Coburg und Umgebung. – Erlanger geol. Abh., 90, p. 42, pl. 4; Erlangen.

Hemleben, Ch. (1977): Autochthone und allochthone Sedimentanteile in den Solnhofener Plattenkalken. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1977, p. 257–271, 9 figs.; Stuttgart.

Hertle, A. (1962): Stratigraphie und Tektonik der Fränkischen Alb um Wissing. – Erlanger geol. Abh., 45, 42 pp., 13 figs., 1 map; Erlangen.

Hörauf, H. (1959): Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Doggersandsteins in der Fränkischen Alb. – Erlanger geol. Abh., 30, 68 pp., 12 figs.; Erlangen.

Jeannet, A. (1955): Die Macrocephaliten des Callovien von Herznach (Aargau). – Eclogae geol. Helvetiae, 47/2, p. 223–267, pl. 13–27, 50 figs., 1 tab.; Basel.

Jung, W. (1960): Die dispersen Megasporen der fränkischen Rhät-Lias- Grenzschichten. – Palaeontogr., B, 107, p. 127–170, pl. 36–39; Stuttgart.

Kessler, G. (1973): Sedimentologische Untersuchungen im oberfränkischen Rhätolias. – Erlanger geol. Abh., 93, 60 pp., 10 pls., 20 figs.; Erlangen.

Keupp, H. (1975): Solnhofen Lithographic Limestones. – *In:* Excursion C Upper Jurassic of the Southern Frankenalb. – Guide book Intern.Sympos. fossil Algae, p. 178–188; Erlangen.

— (1976): Die fazielle Bedeutung des Nannoplankton in den Solnhofener Plattenkalken (Tithon, Bayern). – 46. Jahresverslg. paläont. Ges. Karlsruhe. Kurzfassung der Vorträge. – [Mscr.]

— (1977): Ultrafazies und Genese des Solnhofener Plattenkalkes. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg, 37; Nürnberg (in press).

Kolb, H. (1965): Die Schichtenfolge des oberen Braunen Jura im Steinbruch des Kalk- und Zementwerkes Behringer am Winnberg bei Sengental/Neumarkt. - Geol. Bl. NO-Bayern, 15, p. 83-90; Erlangen.

Krumbeck, L. (1925): Stratigraphie und biologische Studie über den untersten Dogger (Schichten des *Lytoceras torulosum* [Schübl.] bei Hetzles am Leyerberg unweit Erlangen (Nordbayern). - Z. Deutsch. geol. Ges., 77/1, p. 1-83; Berlin.

— (1928): Bemerkungen zur Entstehung der Solnhofener Schichten. - Cbl. Miner. Geol. Paläont., B, **1928**, p. 428-434; Stuttgart.

— (1932): Zur Stratigraphie des Lias in Nordbayern, Lias β. - N. Jb. Miner., Geol., Paläont., Beil. Bd., B, **68**, p. 1-126; Stuttgart.

— (1936): Stratigraphie und Faunenkunde des Lias Gamma in Nordbayern. - Z. Deutsch. geol. Ges., **88**, p. 129-222, pl. 27-31; Berlin.

— (1943, 1947): Zur Stratigraphie und Faunenkunde des Lias in Nordbayern, Teil 1 und 2. - Teil 1: Z. Deutsch. geol. Ges. **95** (1943), p. 280-340, pl. 12-13, 1 fig.; Teil 2: Z. Deutsch. geol. Ges., **96** (1944), p. 2-74, pls. 1-3, 1 tab.; Berlin.

Kuhn, O. (1939): Die Ammoniten des fränkischen Calloviums. - Nova Acta Leopoldina, N. F. 6/43, p. 451-533, pl. 48-57; Halle/Saale.

— (1961): Die Tier- und Pflanzenwelt des Solnhofener Schiefers. - Geologica Bavarica, **48**, 68 pp.; München.

— (1966): Die Tierwelt des Solnhofener Schiefers. - N. Brehm-Bücherei, **318**, 2. ed., 40 pp.; Wittenberg.

Lahner, L. & Stahl, G. (1969): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6734 Neumarkt i. d. Opf., 82 pp., 7 figs., 5 tabs.; München.

Leich, H. (1968): Nach Millionen Jahren ans Licht — Versteinerungen der Jurazeit. 180 pp., 78 pls.; Thun & München (Ott).

Mayr, F. X. (1967): Paläobiologie und Strationomie der Plattenkalke der Altmühlalb. - Erlanger geol. Abh., **67**, 40 pp., 16 pls., 8 figs.; Erlangen.

Meyer, R. K. F. (1972): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits (Malm). 1. Teil: Nördliche Frankenalb. - Erlanger geol. Abh., **91**, 28 pp., 5 pls., 4 maps; Erlangen. - [1972a]

— (1972): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Hollfeld Nr. 6033. 107 pp., 7 pls., 11 figs., 3 tabs.; München. - [1972b]

— (1974): Ammoniten aus den Kelheimer Riffkalken und der Kelheimer Wanne.- Geol. Bl. NO-Bayern, **24**, p. 92-100, 5 figs.; Erlangen. - [1974a]

— (1974): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits (Malm). 2. Teil: Mittlere Frankenalb. - Erlanger geol. Abh., **96**, 34 pp., 3 pls., 12 figs., 2 maps; Erlangen. - [1974b]

— (1974): Landpflanzen aus den Plattenkalken von Kelheim (Malm). - Geol. Bl. NO-Bayern, **24/3**, p. 200-210, 9 figs.; Erlangen. - [1974c]

— (1975): Mikrofazielle Untersuchungen in Schwamm-Biohermen und Biostromen des Malm Epsilon (Ober Kimmeridge) und obersten Malm Delta der Frankenalb. - Geol. Bl. NO-Bayern **25/4**, p. 149-215, 14 figs., 2 tabs; Erlangen. - [1975a]

— (1975): General review of carbonate rocks. - *In:* Excursion C Upper Jurassic of the Southern Frankenalb. - Guide book Intern. Sympos. fossil Algae, p. 169-178; Erlangen. - [1975b]

— (1977): Mikrofazies im Übergangsbereich von der Schwammfazies zur Korallen-Spongiomorphiden-Fazies im Malm (Kimmeridge-Tithon) von Regensburg bis Kelheim. — Geol. Jb., **A 37**, p. 33—69, 1 fig., 2 tabs., 5 pls.; Hannover. — [1977a]

— (1977): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits und der Massenkalke (Malm). 3. Teil: Südliche Frankenalb.— Erlanger geol. Abh., **104**, 40 pp., 10 figs., 5 pls.; Erlangen. — [1977b].

— (1977): Ein Korallenstock in den Plattenkalken von Jachenhausen. — Geol. Bl. NO-Bayern, **27/2**; Erlangen (in press). — [1977c]

Meyer, R. K. F., Viohl, G. & Zorn, H. (1972): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 5933 Weismain. 160 pp., 17 figs., 4 tabs., 5 suppls.; München.

Model, R. & Kuhn, O. (1935): Weitere Beiträge zur Kenntnis des fränkischen Calloviums. - Zbl. f. Min. etc., B, **1935/12**, p. 468-483; Stuttgart.

Model, R. & Model, E. (1938): Die *Lamberti*-Schichten von Trockau in Oberfranken nebst einem Anhang: *Castor-Pollux*-Zone und *Obductus*-Lager. - Jb. Preuß. geol. Landesanstalt, **58**, p. 631-665, pl. 51-53; Berlin.

Mouterde, R. et al. (1971): Les zones du Jurassique en France. - C. R. Somm. d. Séanc. Soc. geol. France, **6**, p. 1-27, 12 tabs; Nancy.

Müller, K. W. (1958): Stratigraphische und tektonische Spezialaufnahmen im Jura südlich von Ebermannstadt (Fränkische Alb). - Erlanger geol. Abh., **25**, 21 pp., 1 pl.; Erlangen.

Müller, M. (1961): Die Entwicklung von Malm und Kreide im Raum Parsberg-Kallmünz (Oberpfalz). Nebst Untersuchungen über den Ablauf der postjurassischen Tektonik. - Erlanger geol. Abh., **40**, 40 pp., 19 figs., 1 map; Erlangen.

Munk, Ch. (1975): Bibliography. - *In:* Excursion C Upper Jurassic of Southern Franconia. — Guide Book Intern.Sympos. fossil Algae, p. 212—228; Erlangen.

— (1976): Feinstratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen an Foraminiferen-Faunen im Mittleren und Oberen Dogger (Bajocien–Callovien) der Frankenalb. – Thesis Univ. Erlangen 1976. – [Mscr.]

Neupert, E. (1959): Das Gebiet der Störungszonen von Kirchenthumbach und Stegenthumbach (Oberpfalz). – Erlanger geol. Abh., 32, 84 pp., 1 pl., 9 figs., 1 map; Erlangen.

Nitzopoulos, G. (1975): Faunistisch-ökologische, stratigraphische und sedimentologische Untersuchungen am Schwammstotzen-Komplex bei Spielberg am Hahnenkamm. — Stuttg. Beitr. Naturk., B, 16, 143 pp., 9 pls.; Suttgart.

Oppel, A. (1862/63): Über jurassische Cephalopoden. – Paläont. Mitt. Mus. kgl. Bayer. Staates, 1/3, p. 127–266, pls. 40–74; Stuttgart.

Patzelt, W. (1963): Verbreitung, Gliederung und Lagerung des Malm auf den Kartenblättern Kösching und Vohburg (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 50, 12 pp., 7 figs., 1 map; Erlangen.

Preuss, E. & Schmidt-Kaler, H. (ed.) (1969): Das Ries, Geologie, Geophysik und Genese eines Kraters. – Geologica Bavarica, 61, 478 pp., 168 figs., 23 tabs., 7 suppls.; München.

Rieber, H. (1963): Ammoniten und Stratigraphie des Braunjura β der Schwäbischen Alb. — Palaeontographica, A, 122, 89 pp., 8 pls.; Stuttgart.

Rutte, E. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 7037 Kelheim. 243 pp., 25 figs., 3 suppls.; München.

Seeger, D. (1961): Die Delta-Epsilon-Grenzschichten im Schwäbischen Weißen Jura. – Jber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., 43, p. 49–72, 3 pls.; Stuttgart.

Schairer, G. (1967): Biometrische Untersuchungen an *Perisphinctes, Ataxioceras, Lithacoceras* der Zone der *Sutneria platynota* (Reinecke) (unterstes Unterkimmeridgium) der Fränkischen Alb. – Thesis Univ. München, 131 pp., 18 pls.; München.

— (1976): Zwei seltene Ammoniten aus der *platynota*-Zone der Südlichen Frankenalb. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläontol. hist. Geol., 16, p. 11—15, 1 fig., pl. 1; München.

Schirmer, W. (1965): Zur Gliederung im Mittleren Lias (Pliensbachian) Frankens. – Geol. Bl. NO-Bayern, 15, p. 193–198, 1 pl., 1 tab.; Erlangen.

— (1974): Übersicht über die Lias-Gliederung im nördlichen Vorland der Frankenalb. – Z. Deutsch. geol. Ges., 125, p. 173–182, 2 pls., 5 figs.; Hannover.

Schmidt-Kaler, H. (1962): Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie des Malm Alpha und Beta in der südlichen und mittleren Frankenalb. – Erlanger geol. Abh., 43, 12 pp., 2 pls., 2 figs.;Erlangen. – [1962a]

— (1962): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im Malm des nordöstlichen Ries-Rahmens. Nebst Parallelisierung des Malm Alpha bis Delta der Südlichen Frankenalb über das Riesgebiet mit der schwäbischen Ostalb. – Erlanger geol. Abh., 44, 51 pp., 4 pls., 16 figs., 2 maps; Erlangen. – [1962b]

— (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 7136 Neustadt a. d. Donau. 167 pp., 6 pls., 1 suppl.; München.

— (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6930 Heidenheim. 120 pp., 24 figs., 7 tabs., 1 suppl.; München.

— (1971): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6932 Nennslingen. 104 pp., 14 figs., 2 tabs., 3 suppls.; München.

— (1974): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 6634 Altdorf. 152 pp., 25 figs., 3 tabs., 6 suppls.; München.

— (1976): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000. Blatt Nr. 7031 Treuchtlingen. 145 pp., 36 figs., 2 tabs., 2 suppls.; München.

Schmidt-Kaler, H. & Zeiss, A. (1973): Die Juragliederung in Süddeutschland. – Geologica Bavarica, 67, p. 155–161; München.

Schmidtill, E. (1925/1926): Zur Stratigraphie und Faunenkunde des Doggersandsteins im nördlichen Frankenjura. – Palaentographica, 67, p. 1–82, 6 pl.; 68, p. 1–109, 6 pls.; Stuttgart.

— (1953): Dogger γ bis Dogger ζ in der mittleren und nördlichen Frankenalb auf Grund neuer Aufschlüsse. – Geologica Bavarica, 16, p. 1–158; München.

Schmidtill, E. & Krumbeck, L. (1931): Über die Parkinsonienschichten Nordbayerns mit besonderer Berücksichtigung der Parkinsonienschichten Nordwestdeutschlands. – Jb. Preuß. geol. Landesanstalt, 51/2, p. 819–894; Berlin.

-&- (1938): Die Coronaten-Schichten von Auerbach (Oberpfalz, Nordbayern). – Z. Deutsch. geol. Ges., 90/ 6/7, p. 297–360, pl. 10–14; Berlin.

Schneid, Th. (1915): Die Ammonitenfauna der obertithonischen Kalke von Neuburg a. d. Donau. – Geol. pal. Abh., N.F. 13, p. 305–416, pl. 17–27; Jena. — [1915a]

— (1915): Die Geologie der Fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. d. Donau, I. – Geognost. Jh., 27, p. 59–172, pl. 1–9; München. — [1915b]

— (1939): Über Raseniiden, Ringsteadiiden und Pictoniiden des nördlichen Frankenjura. Abt. I und II. – Palaeontographica, A, 89, p. 117–184, 14 pls.; Stuttgart.

— (1940): Über Raseniiden, Ringsteadiiden und Pictoniiden des nördlichen Frankenjura Abt. III. – Palaeontographica, A, 91, p. 79–119, 14 pls.; Stuttgart.

— (1944): Über Ataxioceratiden des nördlichen Frankenjura. Teil I.– Palaenontographica 96, A, p. 1–43, 12 pls.; Stuttgart.

Schnitzer, W. A. (1965):Die Geologie des Weißen Jura auf den Blättern Kipfenberg und Gaimersheim (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 57, 45 pp., 1 pl.; Erlangen.

Schuler, G. (1965): Die Malm Alpha/Betha-Grenze Quenstedts in der Mittleren Frankenalb.– Geol. Bl. NO-Bayern, 15, p. 1–21, 1 pl., 2 figs.; Erlangen.

Schnittmann, F. X. (1956/58): Die Steinbrüche im Malm des Vilstals bei Amberg und seiner weiteren Umgebung (Teil 2.). – Acta Albertina Ratisbonensia, B, 22, p. 86–115; Regensburg.

Schütz, D. (1962): Der Malm γ – δ auf Blatt Buttenheim (nördl. Frankenalb). – Geol. Bl. NO-Bayern, 12, p. 144–152, 7 figs.; Erlangen.

Streim, W. (1960): Geologie der Umgegend von Beilngries (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 36, 15 pp., 6 figs., 1 map; Erlangen.

— (1961): Stratigraphie, Fazies und Lagerungsverhältnisse des Malm bei Dietfurt und Hemau (Südliche Frankenalb). – Erlanger geol. Abh., 38, 49 pp., 25 figs., 1 map; Erlangen. – [1961a]

— (1961): Malm und Oberkreide auf Blatt Laaber. Die Umbiegung der Frankenalb nordwestlich von Regensburg. – Erlanger geol. Abh., 39, 26 pp., 1 map; Erlangen. – [1961b]

Streit, R. (1963): Faziesverhältnisse und Lagerung des Weißen Jura auf Blatt Burgheim-Nord. — Erlanger geol. Abh., 51, 30 pp., 2 pls.; Erlangen.

Troll, G. (1960): Das Juravorkommen von Flintsbach und die Regensburger Straße. – Geol. Bl. NO-Bayern, 10, p. 12–24, 1 pl., 4 figs.; Erlangen.

Urlichs, M. (1966): Zur Fossilführung und Genese des Feuerlettens, der Rät-Lias-Grenzschichten und des unteren Lias bei Nürnberg. – Erlanger geol. Abh., 64, 42 pp., 4 pls., 12 figs.; Erlangen.

— (1971): Alter und Genese des Belemnitenschlachtfeldes im Toarcien von Franken. – Geol. Bl. NO-Bayern, 21/4, p. 29–38, 1 pl., 5 figs.; Erlangen.

— (1975): Über einen Kondensationshorizont im Pliensbachium (Lias) von Franken. – Geol. Bl. NO-Bayern, 25, p. 29–38, 3 figs.; Erlangen.

Viohl, G. (1969): Die Keuper-Lias-Grenze in Südfranken. – Erlanger geol. Abh., 76, 81 pp., 35 figs., 11 tabs.; Erlangen.

Weber, R. (1968): Die fossile Flora der Rhät-Lias-Übergangsschichten von Bayreuth (Oberfranken) unter besonderer Berücksichtigung der Coenologie. – Erlanger geol. Abh., 72, 73 pp., 17 pls., 14 figs., 5 tabs.; Erlangen.

Wegele, E. (1928/29): Stratigraphische und faunistische Untersuchungen im Oberoxford und Unterkimmeridge Mittelfrankens. – Palaeontographica, 71, p. 117–210, pl. 25–28; 72, p. 1–94, pl. 1–11; Stuttgart.

Welzel, E. (1968): Foraminiferen und Fazies des fränkischen Domeriums. – Erlanger geol. Abh., 69, 86 pp., 3 pls., 14 figs., 7 tabs.; Erlangen.

Winter, B. (1964): Der Obere Malm bei Fürnried-Poppberg (Blatt Alfeld, Frankenalb). – Geol. Bl. NO-Bayern, 14, p. 93–104, 1 fig.; Erlangen.

— (1970): Foraminiferenfaunen des Unter-Kimmeridge (Mittlerer Malm) in Franken. – Erlanger geol. Abh., 79, 56 pp., 4 pls., 35 figs.; Erlangen.

Yamami, S. A. (1976): Revision der Bivalvenfauna der Kelheimer Diceraskalke (Unter-Tithon, Bayern). — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 16, p. 5—10; München.

Zeiss, A. (1957): Die Schichtfolge vom Braunjura γ bis zum Weißjura α_2 in den Bohrungen Erwein 10–12 ostwärts von Pegnitz (Oberfranken). – Geol. Bl. NO-Bayern, 7, p. 71–85, 1 fig.; Erlangen. – [1957a]

— (1957): Das Profil vom Braunjura γ bis Weißjura α_2 im Schacht 1 des Pumpspeicherwerkes Happurg südlich Hersbruck/Mfr. – Geol. Bl. NO-Bayern, 7, p. 181–183; Erlangen. – [1957b]

— (1960): Revision von Ammonitenbestimmungen aus dem fränkischen Dogger β. – Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. III, 1, p. 263–266; Berlin.

— (1961): Das Profil von Braunjura γ bis Weißjura α_2 in den Bohrungen Friedrich 15–19 und Willenberg 1 westlich Pegnitz/Ofr. – Geol. Bl. NO-Bayern 11, p. 53–63; Erlangen.

— (1962): Ammoniten aus dem Malm γ und δ vom Dornig (Ofr.). – Geol. Bl. NO-Bayern, 12, p. 140–144; Erlangen. – [1962a]

— (1962): Revision einiger Ammoniten aus dem untersten Malm der Frankenalb nebst Bemerkungen zur Stratigraphie des Malm α in Franken. – Geol. Bl. NO-Bayern 12, p. 160–164; Erlangen. – [1962b]

— (1964): Zur Stratigraphie des Untertithon der Südlichen Frankenalb. – Colloque du Jurassique, Luxembourg 1962, C. R. Mém., p. 619–627; Luxemburg. – [1964a]

— (1964): Zur Malm Gamma/Delta-Grenze in Franken. – Geol. Bl. NO-Bayern, 14, p. 104–115; Erlangen. – [1964b]

— (1964): Zur Verbreitung der Gattung *Gravesia* im Malm ζ der Südlichen Frankenalb. – Geologica Bavarica, 53, p. 96–101, 1 fig.; München. – [1964c]

— (1964): Geologie des Malm auf Gradabteilungsblatt Dollnstein (Südliche Frankenalb). — Erlanger geol. Abh., 55, 43 pp., 2 pls.; Erlangen. — [1964d]

— (1965): Über Ammoniten aus dem Sinémurien Südwest-Frankens. - Geol. Bl. NO-Bayern, **15**, p. 22-50, 1 pl., 3 figs., 1 tab.; Erlangen.

— (1966): Biostratigraphische Auswertung von Ammonitenaufsammlungen im Profil des Malm α und β am Feuerstein bei Ebermannstadt/Ofr. - Erlanger geol. Abh., **62**, p. 104-111; Erlangen.

— (1968): Über Stratigraphie und Faziesräume des Malm der Frankenalb. - Jber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N. F. 50, p. 101-114, 2 figs.; Stuttgart. - [1968a]

— (1968): Untersuchungen zur Paläontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der Südlichen Frankenalb. - Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., N. F. **132**, 190 pp., 27 pls., 17 figs., 6 tabs.; München. - [1968b]

— (1975): On the type region of the lower Tithonian substage. - Mém. B. R. G. M., **86**, 370-377, 2 tabs., Paris. — [1975a]

— (1975): Stratigraphy .— *In:* Excursion C Upper Jurassic of the Southern Frankenalb. — Guide book Intern. Sympos. fossil Algae, Erlangen 1975, p. 147-168, 5 figs.; Erlangen. — [1975b]

— (1976): Über neue oder wenig bekannte Ammoniten aus dem Lias Frankens. - Geol. Bl. NO-Bayern, 26, p. 262-277, pl. 3-4, 5 figs.; Erlangen.

— (1977): New results of the correlation of the Uppermost Jurassic beds of the submediterrean and subboreal provinces, and some reflections on the Jurassic/Cretaceous boundary. — Intern. Coll. Upper Jurassic and Jurassic/Cretaceous boundary, USSR 1977 (preprint). — [1977a]

— (1977): Some ammonites of the Klentnice beds (Upper Tithonian) and remarks on correlation problems of the Upper Jurassic. — Acta geol. Polonica, 27/3; Warszawa (in press). — [1977b]

ZEISS, A. & SCHIRMER, W. (1965): Über den obersten Lias delta bei Hetzles ostwärts Erlangen. - Geol. Bl. NO-Bayern, 15, 189-193; Erlangen.

ZIEGLER, B. (1958): Monographie der Ammonitengattung *Glochiceras* im epikontinentalen Weißjura Mitteleuropas. - Palaeontographica, A, **110**, p. 93-164, pl. 10-16; Stuttgart.

— (1962): Die Ammoniten-Gattung *Aulacostephanus* im Oberjura (Taxionomie, Stratigraphie, Biologie). - Palaeontographica, A, **119**, p. 1-172, pl. 1-22; Stuttgart.

ZIEGLER, J. H. (1959): Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des Braunjura in Nordbayern. - Geologica Bavarica, 40, 128 pp., 5 pls., 1 fig., 5 suppls.; München.

Adress of the author: Prof. Dr. Arnold Zeiss, Institut für Paläontologie der Universität Erlangen-Nürnberg, Loewenichstr. 28, D-8520 Erlangen.

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 32 Stuttgart 1977

Hybopeltoceras, ein neuer Hybonoticeratide (Ammonoidea) aus dem oberen Jura der Betischen Kordilleren (Subbetischer Zone), Andalusien/Südspanien

Von Frederico Oloriz, Granada

Mit 1 Tafel und 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus dem Niveau des *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum* (Oppel) der Betischen Kordilleren (Subbetische Zone) wird eine neue Ammoniten-Art beschrieben, und mit dieser eine neue Untergattung der Gattung *Hybonoticeras* aufgestellt: *Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi* nov. subgen. nov. sp.

Resumé

L'étude d'un abondant matériel provenant des niveaux à *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum* (Oppel) dans les Cordilleres Betiques (Zone Subbetiques), permet reconnaître l'existence de Hybonoticeratines (*Hybopeltoceras* nov. subgen.) avec une morphologie très péculière et jusqu'ici totalement inconnue.

Resumen

El estudio de un cuantioso material procedente de los niveles de *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum* (Oppel) en las Cordilleras Beticas (z. Subbetica), ha permitido reconocer la existencia de Hybonoticeratinos (*Hybopeltoceras* nov. subgen.) de morfologia muy particular y hasta ahora desconocida.

Einführung

Um die Biostratigraphie und Ammonitenfauna der Knollenkalke des Bereichs Kimmeridge-Tithon der Subbetischen Zone (Betische Kordillere) zu untersuchen, wurden etwa 10 000 Ammoniten aufgesammelt. In diesem Material befinden sich Ammoniten, die bisher nicht bekannt sind. Die im folgenden erstmals beschriebenen Exemplare werden auf Grund ihrer Morphologie zur Gattung *Hybonoticeras* gestellt.

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 32 Stuttgart, 1. 9. 1977

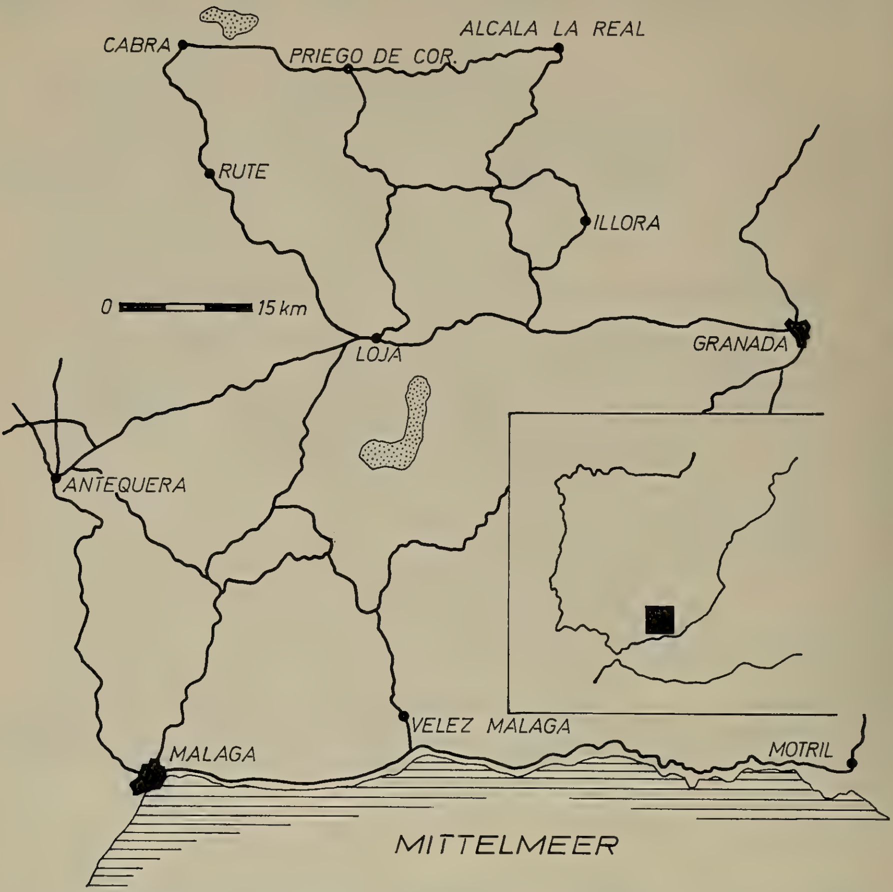

CABRA
ALCALA LA REAL
PRIEGO DE COR.
RUTE
ILLORA
0
15 km
LOJA
GRANADA
ANTEQUERA
VELEZ MALAGA
MALAGA
MOTRIL
MITTELMEER

Abb. 1. Lage der Fundpunkte (Felder mit Punktsignatur) von *Hybopeltoceras* nov. subgen.

Im Text benutzte Abkürzungen:

Dm = Durchmesser
Nw = Nabelweite
Wh = Windungshöhe
Wb = Windungsbreite
R/2 = Zahl der Rippen pro halben Umgang
E = Externlobus
L = Laterallobus
I = Internlobus
SMNS = Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart

Subgenus: *Hybopeltoceras* nov. subgen.

Diagnose: Die Lobenlinie ist auffallend gering zerschlitzt und unterscheidet die neue Untergattung *Hybopeltoceras* deutlich von der Untergattung *Hybonoticeras*.

Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi nov. subgen. nov. sp.

Derivatio nominis: Der Name der neuen Untergattung soll auf die Zugehörigkeit zur Gattung *Hybonoticeras* und auf die Ähnlichkeiten mit der Gattung *Peltoceras* hinweisen.

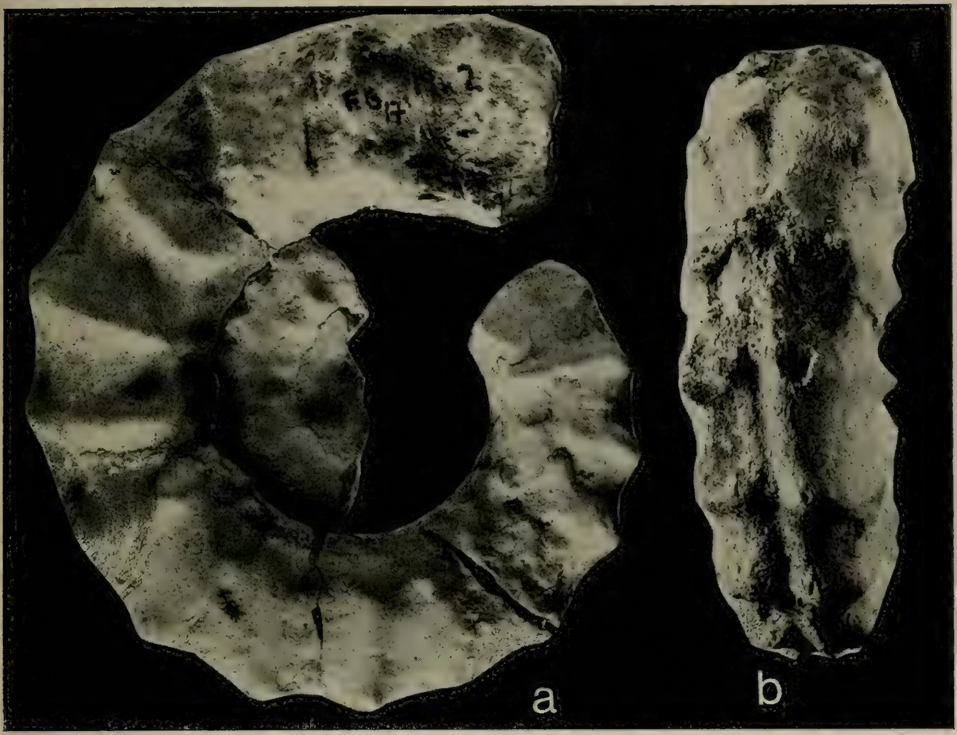


Abb. 2. Holotyp zu *Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi* nov. subgen. nov. sp. aus dem unteren Tithon der Sierra Cabra, Betische Kordilleren (Subbetische Zone), Andalusien, Südspanien. × 1. a) Lateralansicht; b) Ventralansicht. Der Holotyp wird unter der Nr. 23 289 im SMNS, Zweigstelle Ludwigsburg, aufbewahrt.

Der neue Art-Name bezieht sich auf Frau Prof. Dr. A. Linares (Univ. Granada/Spanien), der ich mit dieser Widmung meinen besonderen Dank ausdrücken möchte.

Material: Die von der neuen Art untersuchten Stücke liegen bis auf das Exemplar mit der Nr. F.G17.19.2. in der Sammlung des Departamento de Paleontologia, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada — F.G8.1.2, F.G12.22.1, F.G13.11.5, F.G15.19.12, F.G15.19.13, F.G1.11.13, F.G3.20.3.

Holotyp: Der Holotyp ist unter der Nr. 23 289 im Staatl. Museum f. Naturk. Stuttgart, Zweigstelle Ludwigsburg, aufbewahrt. Er trägt außerdem die Arbeits-Nr. F.G17.19.2.

Maße (in mm angegeben):

Nr.	Dm	NW	Wb	Wh	Nw/Dm	Wb/Dm	Wh/Dm	Wb/Dm	R/2
F.G8.1.2	73,2	36,2	23	19	0,494	0,316	0,259	1,210	10
—	64,5	30,4	22,85	18,85	0,471	0,354	0,292	1,212	9
F.G15.19.2	91	44,5	27,5	25,8	0,489	0,302	0,283	1,065	7
—	78,8	36,3	24	25,5	0,460	0,304	0,323	0,941	7
—	65,75	28,5	20,3	21	0,433	0,308	0,319	0,966	7
F.G15.19.13	74,3	—	19,55	19,5	—	—	—	1,002	?9
F.G17.19.2	91,5	41,2	?27	26,65	0,450	0,295	0,291	1,013	9
—	79,4	35,2	29	25,2	0,443	0,365	0,317	1,150	9—10
—	73,7	32,35	26	23,9	0,438	0,352	0,324	1,087	9

Diagnose: Evolutes Gehäuse von mittlerer Größe mit hexagonalem Querschnitt und einer deutlichen Ventralfurche. Beidseits der Furche erheben sich kielartige Wülste, die auf den Innenwindungen leicht höckerig sind. Auf dem letzten Umgang des Phragmokons werden die Wülste glatt und zeigen weiter nach vorne die Tendenz zum Verschwinden. Die Rippen sind einfach, kräftig und mit je 3 kleinen Knoten besetzt, von denen einer nahe dem Umbilikalrand, der zweite am Marginalrand und der dritte in der Ventralregion liegt. Über die Mündung liegen keine Angaben vor. Die Lobenlinie ist außerordentlich einfach und zeigt nur 2 Umbilikalloben. Die Sättel sind breit und abgerundet. Der E ist symmetrisch, breit und bifid; der L ist schwach trifid.

Beschreibung: Relativ häufige Art von mittlerer Größe und weitnabeligem Gehäuse (Nw: 43—49 %). Die Nabelwand ist deutlich ausgebildet und neigt sich gegen die Flanke, in die sie mit einer abgerundeten und daher nicht sehr scharfen Kante übergeht.

Der Querschnitt zeigt einen auffallend hexagonalen Umriß, verursacht dadurch, daß die Rippen etwa am Rand der Flanken und auf der ventralen Region

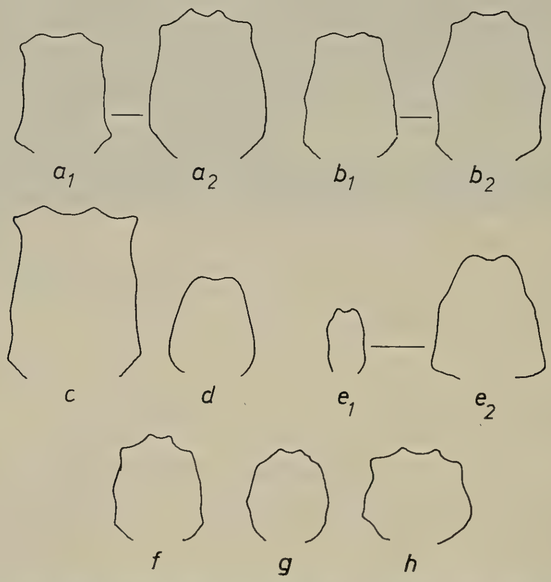


Abb. 3. Windungsquerschnitte verschiedener Arten der Gattung *Hybonoticeras* (1/2 nat. Gr.).

- a) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum hybonotum* (a_1 bei Dm 117 mm; a_2 bei Dm 128 mm).
- b) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum autharis* (b_1 bei Dm 110 mm; b_2 bei Dm 135 mm).
- c) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum* var. *ornata* (siehe Oloriz 1976, im Druck) bei Dm 165 mm.
- d) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) pressulum* bei Dm 95 mm.
- e) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) knopi* (e_1 bei Dm 49 mm; e_2 bei Dm 110 mm).
- f) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) beckeri beckeri* bei Dm 105 mm.
- g) *Hybonoticeras (Hybonoticeras) beckeri harpephorum* bei Dm 80—90 mm.
- h) *Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi* bei Dm 82 mm: Holotyp (SMNS Nr. 23 289).

Mit Ausnahme des Holotyps werden die Belegstücke in der Sammlung des Departamento de Paleontologia, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada aufbewahrt.

sich verdicken (Wb/Wh: 0,94—1,21). Auf der Ventralseite beobachtet man eine nicht sehr breite Furche, die sich auf der Wohnkammer verliert. Beidseits der Furche erheben sich kielartige Wülste, die je nach Windungsquerschnitt verschieden aussehen können. Sie sind auf den Innenwindungen sehr deutlich, leicht höckerig, und stehen dort relativ weit auseinander. Auf dem letzten Umgang des Phragmokons wird die Tiefe der Furche geringer, und die kielartigen Wülste schwächen sich ab. Auf der Wohnkammer verstärkt sich diese Tendenz der Abschwächung und geht mit dem Verschwinden der Furche einher.

Die Skulptur besteht aus Einfach-Rippen, die leicht abgeschwächt nahe der Naht einsetzen und dort nach vorne geneigt sind. Auf der Flanke werden sie dann kräftiger, stehen dort radial oder neigen sich weiterhin, aber etwas abgeschwächt, zur Mündung. Ab der drittletzten Windung treten auf den Rippen erstmals punktförmige Erhebungen auf; zuerst in der Ventralregion am Rand der Furche. Die Zahl der Rippen schwankt pro halben Umgang zwischen 7—10. In keinem Fall entwickeln sich diese punktförmigen Erhebungen zu selbständigen Skulpturelementen, indem sie sich von den Rippen lösen, sondern sie bleiben vielmehr immer knotenartige Anschwellungen derselben. Auf den Innenwindungen setzen die Rippen radial über die Ventralseite. Sie sind dort im Vergleich zur

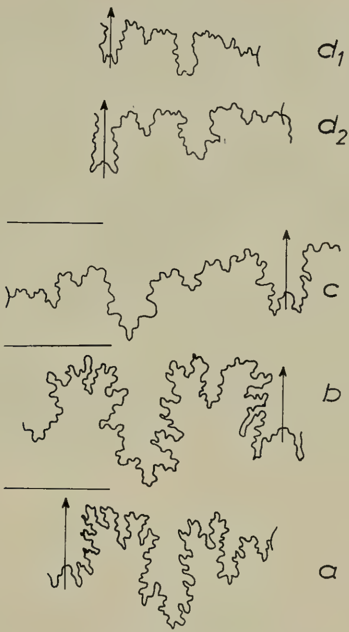


Abb. 4. Suturen verschiedener Arten der Gattung *Hybonoticeras*.
a. *Hybonoticeras (Hybonoticeras) beckeri harpephorum* bei Wh 28,5 mm.
b. *Hybonoticeras (Hybonoticeras) hybonotum* bei Wh 35,6 mm.
c. *Hybonoticeras (Hybonoticeras) pressulum* bei Wh 32 mm.
d. *Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi* (d_1 bei Wh 19,5; d_2 bei Wh 19,8): Holotyp (SMNS Nr. 23 289).

Mit Ausnahme des Holotyps werden die Belegstücke in der Sammlung des Departamento de Paleontologia, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada aufbewahrt.

Flanke abgeschwächt. Erst auf dem Ende des gekammerten Teiles des Gehäuses und auf der Wohnkammer erheben sich die Rippen auch auf der Ventralseite deutlich. In diesem Bereich sind die Rippen erhaben und kräftig ausgebildet, wogegen die Ventralfurche langsam verschwindet. Ähnlich verändert sich die Ventral-Skulptur von *Simosphinctes (Ceratosphinctes) rachistrophum* (GEMMELARO).

Die Lobenlinie fällt durch ihre symmetrische Anordnung der Elemente und durch ihre geringe Zerschlitzung auf. Die Sättel sind bifid, breit und symmetrisch. Vor allem der L ist gut entwickelt und in etwa gleich tief wie der E. Die Umbilikalloben sind nicht sehr ausgeprägt und außerdem an den mir vorliegenden Exemplaren nicht sehr gut zu erkennen. Auf der Internseite sitzen die Suturen im Gegensatz zur Flanke sehr dicht, so daß sich die aufeinanderfolgenden Internloben jeweils fast berühren.

Differentialdiagnose: Zu den Hybonoticeraten der Arten *H. hybonotum* (OPPEL), *H. beckeri* (NEUMAYR) und *H. pressulum* (NEUMAYR) bestehen keine Übergänge, die zu Verwechslungen führen könnten. *Hybonoticeras peltoceratoides,* eine von mir (OLORIZ 1976, im Druck) neu beschriebene Art der Untergattung *Hybonoticeras,* ebenfalls in den Betischen Kordilleren gefunden, entwickelt gewisse Ähnlichkeiten zu *H. (Hybopeltoceras) linaressi. H. peltoceratoides* unterscheidet sich aber von *H. linaressi* insbesondere durch die weniger kräftig ausgebildete Skulptur und die kompliziertere Sutur.

Über die genauere Variationsbreite der Art *H. linaressi* kann auf Grund der wenigen gefundenen Exemplare nichts endgültiges ausgesagt werden. Die beiden anderen zur gleichen Art gestellten und abgebildeten Exemplare (Taf. 1, Fig. 1, 2) unterscheiden sich nur geringfügig vom Holotyp: das Exemplar von Taf. 1, Fig. 1 durch den Besitz von etwas gröberen Rippen; das Exemplar von Taf. 1, Fig. 2 durch eine nur unwesentlich geringere Wh.

Abstammung: Die Zugehörigkeit zur Gruppe der Hybonoticeraten, die sich wahrscheinlich polyphyletisch zwischen dem oberen Kimmeridge und dem unteren Tithon entwickelt hat und irgendwo aus der Gruppe der Perisphinctidae, vielleicht aus den Euaspidoceratinae bzw. Aspidoceratinae, hervorgegangen ist, scheint nahe zu liegen. Dieses Thema ist ausführlicher in OLORIZ (1976, im Druck) behandelt.

Verbreitung: Unteres Tithon (*hybonotum*-Zone) der Betischen Kordilleren (Subbetische Zone); Sierra Gorda, Sierra Cabra, Südspanien.

Literatur

BARTHEL, K. W. (1959): Die Cephalopoden des Korallenkalks aus dem Malm von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **108**, 47—74, 7 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.

BERCKHEMER, F. (1922): Beschreibung wenig bekannter und neuer Ammonitenformen aus dem oberen Weißen Jura Württembergs. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **78**, 68—79, 1 Taf.; Stuttgart.

BERCKHEMER, F. & HÖLDER, H. (1959): Ammoniten aus dem oberen Weißen Jura in Süddeutschland. — Geol. Jb., Beih., **35**, 135 S., 89 Abb., 27 Taf.; Hannover.

BURCKHARD, C. (1919/1921): Faunas Jurasicas de Symon (Zacatecas). — Boll. Inst. Geol. Mexico, **33**, (I) Textbd., 135 S., 1919; (II) Atlas, 32 Taf., 1921; Mexiko.

CHRIST, H. A. (1960): Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Malm von Westsizilien. — Schweiz. Paläont. Abh., 77, 5—138, 14 Abb., 8 Taf.; Basel.

COLLIGNON, M. (1959): Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar, V, Kimmeridgien. — Serv. Geol. Madagascar, 133 Taf.; Tananarive.

— (1960) Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar, VI, Tithonique. — Serv. Geol. Madagascar, 175 Taf.; Tananarive.

FAVRE, E. (1876): Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes Fribourgoises. — Mém. Soc. Paléont. Suisse, **3**, 74 S., 7 Taf.; Genf.

FONTANNES, F. (1879): Descriptions des ammonites des calcaires du chateau de Crussol (zones à *Oppelia tenuilobata* et *Waagenia beckeri*). 122 S., 13 Taf.; Paris (F. Savy).

HERBICH, F. (1878): Das Széklerland mit Berücksichtigung der angrenzenden Landesteile, geologisch und paläontologisch betrachtet. — Mitt. Jb. kgl. Ungar. geol. Anst., **5**, 17—363, Taf. 1—32; Budapest.

HÖLDER, H. & ZIEGLER, B. (1959): Stratigraphische und faunistische Beziehungen im Weißen Jura (Kimmeridgien) zwischen Süddeutschland und Ardêche. — N. Jb. Geol. Paläont., **108**, 150—214, Taf. 17—22; Stuttgart.

MILLER, A. (1968): Die Subfamilie Euaspidoceratinae SPATH (Ammonoidea). — Diss. Univ. Tübingen, 170 S., 13 Abb., 4 Diagr., 1 Tab., 10 Taf.; [Tübingen].

NEUMAYR, M. (1873): Die Fauna der Schichten mit Aspidoceras acanthicum. — Abh. k. k. geol. R.-A., **5**, 6, 141—257, Taf. 31—43; Wien.

OLORIZ, F. (1976): Paleobiogeografia del Kimmeridgiense-Titonico inferior en el sector central de las Cordilleras Beticas (Zona Subbetica). — Tesis Doctorales de la Universidad de Granada, im Druck.

OPPEL, A. (1862/63): Über jurassische Cephalopoden. — Paläont. Mitth. Mus. Bayer. Staat., **3**, 127—266, Taf. 40—74; Stuttgart.

SCHINDEWOLF, O. H. (1966): Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. Liefg. I. — Abh. Akad. Wiss. u. Lit., math.-naturw. Kl., **1966**/3, 330—454, 95 Abb.; Mainz.

SCHNEID, TH. (1914/15): Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. — Geogn. Jh. **27/28**, 231 S., 9 Taf.; München.

SCHOPEN, L. F. (1888): Sopra una nuova Waagenia del Titonio inferiore di Sicilia. — Atti Acad. Gioenia Sci. Nat. (3), **20**, 309—313, 1 Taf.; Catania.

SPATH, L. F. (1927—1933): Revision of the Jurassic cephalopod fauna of Kachh (Cutch). — Palaeont. Indica, N. S. 9/2, 949 S., 130 Taf.; Kalkutta.

VALDUGA, A. (1954): Ammoniti ed Aptici neogiurassici dell' Ogaden e della Somalia sudoccidentale. — Palaeontographica Italiana, **48**, 1—40, 8 Taf.; Pisa.

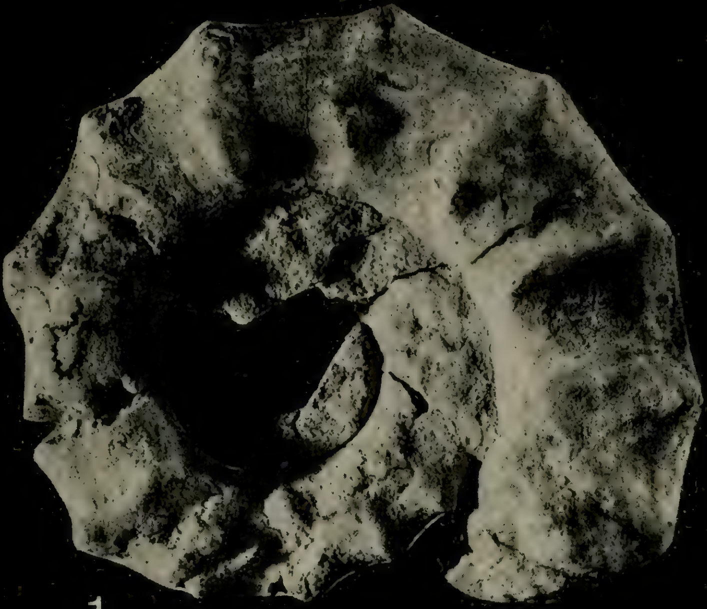
Anschrift des Verfassers:

Frederico Oloriz Saez, Faculdad de Ciencias, Departamento de Paleontologia, Granada, España.

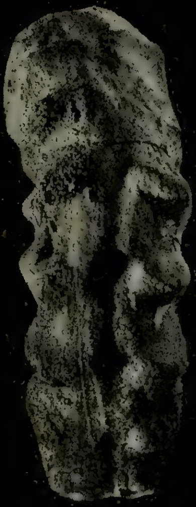
Tafel 1

Fig. 1. *Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi* (Paratyp), unteres Tithon, Sierra Cabra/Sierra Gorda, Südspanien. Departamento de Paleontologia, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Nr. F.G_{15}.19.12. × 1.

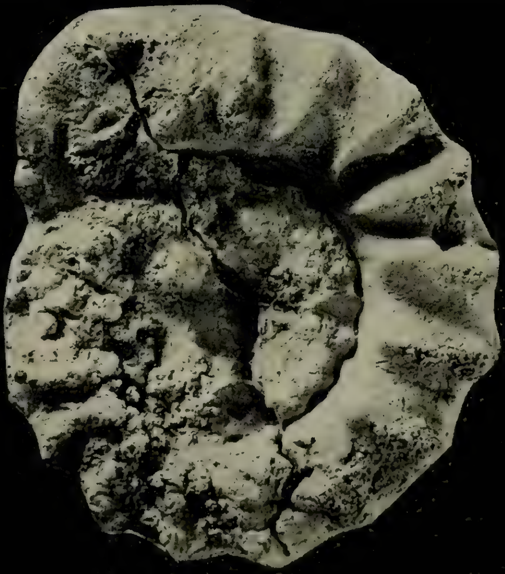
Fig. 2. *Hybonoticeras (Hybopeltoceras) linaressi* (Paratyp), unteres Tithon, Sierra Cabra/Sierra Gorda, Südspanien. Departamento de Paleontologia, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Nr. F.G_{8}.1.2. × 1.
a) Lateralansicht; b) Ventralansicht.



1



2b



2a

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde
Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 33 Stuttgart 1978

SFB 53, Univ. Tübingen, Fossilvergesellschaftungen Nr. 64

Die heteromorphen Ammoniten des Dogger

(Stratigraphie, Taxonomie, Phylogenie, Ökologie)

Von Gerhard Dietl, Stuttgart

Mit 11 Tafeln und 20 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus Mittel-, West- und Südeuropa, Vorderasien sowie Südamerika werden über 2500 Dogger-Heteromorphe (Ammonoidea) untersucht. Von 38 bisher beschriebenen Arten werden nur noch 12 aufrechterhalten, und 3 als Arten von unsicherem systematischen Wert bezeichnet. Die bekanntesten hier eingezogenen Artnamen sind: *Spiroceras bifurcatum* Quenst. = jüngeres Synonym zu *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé) und *Apsorroceras baculatum* (Quenst.) = jüngeres Synonym zu *Spiroceras sauzeanum* (d'Orb.). Die beschriebenen Arten verteilen sich auf 4 Gattungen: *Spiroceras*, *Parapatoceras*, *Paracuariceras* und *Acuariceras*. Die Gattungen *Apsorroceras* Hyatt 1900, *Metapatoceras* Schindewolf 1963, *Infrapatoceras* Ochoterena 1966 sind einzuziehen.

Die Arten der Gattung *Spiroceras* verteilen sich auf 3 Ammoniten-Zonen: *subfurcatum*-, *garantiana*- und *parkinsoni*-Zone. Die Obergrenze ihrer Verbreitung liegt im tieferen Teil (*acris*-Subzone) der *parkinsoni*-Zone. Sichere Hinweise von Spiroceraten aus dem unteren oder mittleren Bathonium fehlen. Erst im oberen Bathonium, *retrocostatum*-Zone, treten mit der Gattung *Parapatoceras* erneut heteromorphe Ammoniten auf. Die Dogger-Heteromorphen erreichen nicht die Grenze Dogger/Malm. Mit den Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras* erlöschen sie schon in der *jason*-Zone (mittleres Callovium).

Die Dogger-Heteromorphen werden im Gegensatz zu den bisherigen Meinungen nicht als monophyletische Gruppe gedeutet. Sie haben ihren Ursprung in mindestens zwei verschiedenen Gruppen normal aufgerollter Ammoniten. Der Entwicklungsschritt vom normal aufgerollten Ammoniten zum heteromorphen Ammoniten des Dogger wird als sehr klein angesehen. Als Vorläufer der Spiroceraten werden Vertreter der Strenoceraten und/oder Parastrenoceraten angenommen. Die Gattung *Spiroceras* leitet nicht zu *Parapatoceras* über, sondern beendet ihre Entwicklung noch im Oberbajocium. Als Vorläufer der Parapatoceraten wird *Epistrenoceras histricoides* angesehen, das schon Anzeichen von Gehäuseaberranz aufweisen kann. Seine Lobenlinie ist stark reduziert (E L $U_2 U_{1v} U_{1d}$ I) und steht der von *Parapatoceras* sehr nahe. Die bisherige Meinung, die Heteromorphen-Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras* als Abkömmlinge der Parapatoceraten zu deuten, wird voll bestätigt.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Heteromorphen-Gattung *Spiroceras* reicht von Ost- und Nordspanien im Südwesten über Westfrankreich bis an den Südwestrand der mediterranen Alpen im Osten. Maximale Gehäusevariabilität innerhalb der Art und größte Artenzahl sind das Kennzeichen dieser Zone bei den aberranten Ammoniten des Dogger.

Das Vorkommen von *Paracuariceras incisum* Schindewolf in Südfrankreich wurde neu entdeckt. *Paracuariceras* erscheint dort schon in der *macrocephalus*-Zone und damit zwei Zonen früher als zum

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 33 Stuttgart, 1. 4. 1978

Beispiel in Süddeutschland. Während die Gattung in Südfrankreich noch eine sehr variable Lobenlinie aufweist, tritt sie in Süddeutschland mit einem einheitlichen Lobenlinientyp auf. Die Vertreter der Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras* sind bisher nur von wenigen Fundorten bekannt, während zumindest die Art *Spiroceras orbignyi* weltweit verbreitet ist. Für ihre noch normal aufgerollte Embryonalwindung wird eine planktonische Lebensweise angenommen, die diese Verbreitung gefördert haben könnte.

Die an den Dogger-Heteromorphen durchgeführten Untersuchungen haben bestätigt, daß Gehäuse-Aberranz mit einer spezifischen Lebensweise in Verbindung zu bringen ist. Das Optimalbiotop dieser Formen, belegt durch Häufigkeit und maximale Variabilität, dürften die Stillwasserbereiche der Sedimentationsbecken gewesen sein, wie sie zum Beispiel die „Hamiten-Tone" des Oberbajocium von Eningen unter Achalm (Schwäbischer Jura) darstellen. Im Gesamtspektrum der Ammoniten überwiegen hier die heteromorphen Ammoniten, während in der zum größten Teil zeitgleichen Bewegtwasserfazies (*subfurcatum*-Oolith) die Heteromorphen nur vereinzelt oder gar nicht auftreten. Auch die mit den Heteromorphen gesammelte übrige Fauna gehört in ihrer Mehrheit dem Stillwasserbereich an. Für eine benthonische Lebensweise der Dogger-Heteromorphen sprechen das Ausmaß der Gehäuse-Variabilität (planspiral – helicoid – rhabdoceratid) innerhalb einer Art und der Verlust der Bilateralsymmetrie des Gehäuses. Der Selektionsfaktor Schwimmvermögen läßt also nach oder hat keine Bedeutung mehr. Mit zunehmender Entfernung vom Optimalbiotop nimmt die Variabilität ab. Am wahrscheinlichsten ist, daß die Dogger-Heteromorphen, insbesondere *Spiroceras,* eine vagil benthonische Lebensweise geführt haben. Für eine Lebensweise als fixo- oder liberosessiles Benthos fehlen eindeutige Hinweise. Eine kriechende Fortbewegung, wohl überwiegend an Pflanzen, scheint nahezuliegen. Für dichten Pflanzenbewuchs in den Lebensräumen der Dogger-Heteromorphen könnte die Beobachtung sprechen, daß die meisten Fundschichten auffallend reich an „Posidonien" *(Bositra)* sind, deren Vorkommen an Algenwälder geknüpft wird.

Summary

More than 2500 Dogger heteromorphs (Ammonoidea) of Middle, West and South Europe, SW-Asia and South America are investigated. Of 38 nominal species only 12 are considered valid; the status of other three seems doubtful. Among the species synonymized herein are *Spiroceras bifurcatum (= Spiroceras orbignyi); Apsorroceras baculatum (= Spiroceras sauzeanum).* The 15 species recognized belong to 4 genera *(Spiroceras, Parapatoceras, Paracuariceras, Acuariceras).* The genera *Apsorroceras* HYATT 1900, *Metapatoceras* SCHINDEWOLF 1963, *Infrapatoceras* OCHOTERENA 1966 have to be eliminated.

The species of the genus *Spiroceras* occur in 3 ammonite zones: *subfurcatum-*, *garantiana-*, and *parkinsoni* Zone. The upper range of their distribution lies in the lower part *(acris* Subzone) of the *parkinsoni* Zone. There are no certain indications of Spiroceratids in the Lower and the Middle Bathonian. Later, heteromorph ammonites of the genus *Parapatoceras* occur once more in the Upper Bathonian. The Dogger heteromorphs do not reach the limit Dogger/Malm. The genera *Paracuariceras* and *Acuariceras* become extinct already in the *jason* Zone (Middle Callovian).

In contrary to recent opinions the Dogger heteromorphs are not interpreted as a monophyletic group. They have originated in at least two different groups of normal coiled ammonites.

The step from some normal coiled ammonites of the Dogger to heteromorph forms *(Spiroceras, Parapatoceras)* can be considered rather small. The ancestors of *Spiroceras* can be supposed among Strenoceratids and/or Parastrenoceratids.

The genus *Spiroceras* does not lead up to *Parapatoceras,* but stops its evolution still in the Upper Bajocian. *Epistrenoceras histricoides,* which sometimes already shows signs of shell aberration, is considered as the forerunner of the Parapatoceratids. Its suture line, strongly reduced(E L $U_2 U_{1v} \cdot U_{1d}$ I), is very close to the suture line of *Parapatoceras.* The recent view of interpreting the heteromorphs of the genus *Paracuariceras* and *Acuariceras* as derivatives of the Parapatoceratids is endorsed.

The heteromorphs of the genus *Spiroceras* are mainly distributed from Eastern and Northern Spain through Western France to the southwestern edge of the Mediterranean Alps. The heteromorphs in this area are characterized by a large number of species and a maximum variability of the shell spiral within one species.

In Southern France *Paracuariceras incisum* SCHINDEWOLF was discovered recently. It appears there already in the *macrocephalus* Zone, two zones earlier than in Southern Germany. It shows a very variable suture line in Southern France, while it occurs with a uniform type of suture line in Southern Germany. The genera *Paracuariceras* and *Acuariceras* are known only from a few localities. On the other hand the species *Spiroceras orbignyi* has a world-wide distribution. For their embryonic whorls (still normally coiled) a planctonic mode of life is supposed; this could account for their world-wide distribution.

The investigations of the Dogger heteromorphs verified that shell aberration has to be seen in connexion with a specific mode of life. The optimum biotope of these forms, judged from their frequency and maximum variability, may well have been the stillwater area of the basins of sedimentation as e. g. the „Hamiten-Tone" of the Upper Bajocian of Eningen unter Achalm (Swabia). In this region the hetero-

morphs are dominating in the total spectrum of the ammonites, while they are rare or absent in the facies of the wave-agitated water (*subfurcatum*-Oolith), most of which was deposited at the same time.

The other invertebrates collected together with the heteromorphs are also characteristic of stillwater deposits.

A benthonic mode of life of the Dogger heteromorphs can be inferred by the extent of their shell variability (planispiral, helicoid, rhabdoceratid) within one species and resulting loss of bilateral symmetry of the shell. Selection for the ability of active swimming or floating would be less important or even unimportant under this condition.

The variability is reduced with increasing distance from the optimum biotope. Probably the Dogger heteromorphs, especially *Spiroceras,* had a vagile benthonic mode of life. Reliable indications for fixo- or liberosessil benthic life are absent. A crawling locomotion, mainly on plants, can be suggested.

Most of the layers with heteromorphs are remarkably rich in „Posidoniae“ *(Bositra)*, which are believed to have been associated with „algal woods“. This may indicate also for the Dogger heteromorphs the occurrence in biotopes with „algal woods“.

Inhalt

Vorwort 5
1. Einleitung 5
  1.1. Das Material 5
  1.2. Zur Erhaltung 7
  1.3. Zur Erforschungsgeschichte 7
2. Stratigraphie und Verbreitung 9
  2.1. Europa 10
  2.2. Afrika 18
  2.3. Asien 19
  2.4. Amerika 19
  2.5. Übersicht 20
3. Morphologie 21
  3.1. Gehäusespirale 21
  3.2. Skulptur 26
  3.3. Altersmerkmale 27
  3.4. Schalenwachstum 28
  3.5. Phragmokon, Septum, Suturen 28
4. Taxonomie 31
  Spiroceras 32
    Spiroceras orbignyi 33
    Spiroceras cylindricum 36
    Spiroceras obliquecostatum 37
    Spiroceras fourneti 38
    Spiroceras sauzeanum 38
    Spiroceras annulatum 40
    Spiroceras baugieri 41
    Spiroceras laevigatum 42
    Spiroceras cyphum 42
  Parapatoceras 43
    Parapatoceras tenue 44
    Parapatoceras tuberculatum 44
    Parapatoceras distans 46
    Parapatoceras boreale 48
  Paracuariceras 48
    Paracuariceras incisum 48
  Acuariceras 49
    Acuariceras acuarius 49
  Fälschlicherweise als Jura-Heteromorphe beschriebene Fossilreste 50
  Bestimmungsschlüssel 51
5. Phylogenie 52
6. Palaeobiogeographie 60
7. Ökologie (Entstehung und Lebensweise) 65
8. Literaturverzeichnis 72

Vorwort

Den Anstoß zu dieser Arbeit gaben Überlegungen, daß Gehäuseaberranz bei Ammoniten nicht Ausdruck stammesgeschichtlichen Degenerierens, sondern einer spezifischen Lebensweise sei. Die heteromorphen Ammoniten des Dogger sind eine Gruppe, an denen es besonders lohnend schien, dieser Frage nachzugehen, da sie an wenigen Fundplätzen in großer Häufigkeit und Variabilität auftreten. In diesem Zusammenhang interessierten das Verbreitungsgebiet der Dogger-Heteromorphen, die Entstehung der Gehäuseaberranz und die phylogenetischen Zusammenhänge. Um diese Fragen anzugehen, war zunächst eine Revision der Systematik der Dogger-Heteromorphen notwendig. Infolgedessen mußten die notwendigen Geländeuntersuchungen durch eine Bearbeitung des vorliegenden Sammlungsmaterials ergänzt werden. Nur so konnte Klarheit über die geographische Verbreitung und die stratigraphische Reichweite der einzelnen Arten und Gattungen gewonnen werden. Diese fehlt zum größten Teil in bisherigen Bearbeitungen (z. B. BAUGIER & SAUZÉ 1843, POTONIÉ 1929, SCHINDEWOLF 1963, OCHOTERENA 1966), die nur von einem beschränkten Arbeitsgebiet ausgehen und somit bezüglich phylogenetischer Aussagen wenig aussagekräftig sind. Allerdings liegt auch der Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung in Europa; lediglich von Südamerika (Chile) und vom Sinai lag ergänzendes Material vor.

Dank

Herrn Prof. Dr. J. WIEDMANN, Tübingen, schulde ich für seine Unterstützung, für seine Anteilnahme, für seine Geduld und für die mir gelassene große Freiheit bei der Bearbeitung dieses Themas allergrößten Dank. Meiner Frau und meiner Mutter danke ich für ihr Verständnis und ihre Anteilnahme.

Außerdem richtet sich mein Dank an alle diejenigen Herren, die mir im Verlauf meiner Untersuchungen wertvolle Hinweise gaben, Material überließen, ausliehen, präparierten und Abgüsse anfertigten. Ganz besonders müssen in diesem Zusammenhang die folgenden Herren genannt werden: Dr. G. BLOOS, Ludwigsburg, Dr. M. BÜCHNER, Bielefeld/Westf., R. BÜHLER, Strengelbach (Schweiz), Dr. J. CAMY-PEYRET, Paris, Prof. Dr. B. COIRIER, Niort (Frankreich), P. CONRADT, Vaihingen/Enz, M. L. K. CURTIS, Bristol (England), W. DIEM, Ludwigsburg, R. FLAIG, Unterensingen über Nürtingen, H.-U. FLÜGGE, Ludwigsburg, Dr. F. FÜRSICH, Tübingen, Prof. Dr. J. GABILLY, Poitiers (Frankreich), Dr. H. GOCHT, Tübingen, Dr. W. F. GUTMANN, Frankfurt, Dr. W. HAHN (†), Freiburg/Brg., Prof. Dr. A. v. HILLEBRANDT, Berlin, Dr. K. HINKELBEIN, Stuttgart, Prof. Dr. H. HÖLDER, Münster/Westf., Dr. R. JORDAN, Hannover, M. KAPITZKE, Ludwigsburg, Dr. h. c. R. MUNDLOS, Bad Friedrichshall, P. RIEDERLE, Ludwigsburg, Dr. K. SCHÄDEL, Freiburg/Brg., Dipl.-Geol. R. SCHLATTER, Ludwigsburg, Dr. W. SEEGER, Ludwigsburg, Prof. Dr. A. SEILACHER, Tübingen, Dr. H. SEYFRIED, Stuttgart, Dr. J. SORNAY, Paris, Dr. H. A. STALDER, Bern, Dr. M. URLICHS, Ludwigsburg, Dr. G. v. WAHLERT, Ludwigsburg, Dr. M. WARTH, Ludwigsburg, Prof. Dr. J. WENDT, Tübingen, Dr. H. WERMUTH, Ludwigsburg, Prof. Dr. B. ZIEGLER, Stuttgart, Prof. Dr. H. ZWÖLFER, Bayreuth.

Der Sonderforschungsbereich 53 des Geologischen und Paläontologischen Institutes der Universität Tübingen förderte die Arbeit finanziell über 2 Jahre. Wesentliche Anregungen verdankt diese Arbeit dem Seminarkreis des SFB 53, Tübingen. Die Herren H. LUMPE, Ludwigsburg, W. WETZEL, Tübingen, und H. HAEHL, Stuttgart, fertigten die Fotos an. Allen genannten Herren und Institutionen gilt mein besonderer Dank. An dieser Stelle möchte ich auch Frau M. HARTHAN, Heilbronn-Kirchenhausen, danken, die in hervorragender Art und Weise die Schreibarbeiten für diese Arbeit durchführte.

1. Einleitung

1.1. Das Material

Aberrante Ammoniten, insbesondere die des Jura, gelten unter den Ammonoideen seit je als selten und wegen ihres fragilen Erhaltungszustandes als besonders gehütete Spezialitäten einer jeden Fossilsammlung. Um so erstaunlicher ist die hohe Zahl von über 2500 Exemplaren, die selbst gesammelt oder in verschiedenen Museums- oder Institutssammlungen gesichtet werden konnten. Dabei war es mir nicht einmal möglich, alle in zugänglichen Sammlungen befindlichen Stücke quantitativ zu erfassen.

Das Material folgender Sammlungen lag dieser Arbeit zugrunde: Institut und Museum für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen; Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, Zweigstelle Ludwigsburg; Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Münster/Westf.; Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Stuttgart; Städtisches Museum, Spendhaus, Reutlingen; Geologisches Landesamt, Baden-Württemberg, Freiburg/Brg.; Sammlung Engel, Göppingen-Jebenhausen (Baden-Württemberg); Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung und Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover-Buchholz; Fürstlich-Fürstenbergische Sammlungen Donaueschingen; Städtisches Naturkunde-Museum, Bielefeld/Westf.; Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Berlin; City Museum Bristol (Engl.); Muséum d'Histoire Naturelle, Paris; École Nationale Supérieure des Mines, Paris; Musée de Niort (Frankreich); Naturhistorisches Museum Basel; Naturhistorisches Museum Bern; Privatsammlung R. Flaig, Unterensingen über Nürtingen.

Eigene Aufsammlungen im Gelände erbrachten von folgenden Lokalitäten Material:

Eningen unter Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)
Verschiedene Fundpunkte in der Umgebung von Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich
Verschiedene Fundpunkte in Nordspanien am Südrand der Sierra de la Demanda
Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich
Vauvenargues bei Aix en Provence/Frankreich
Les Hachettes bei Bayeux (Calvados)/Frankreich
Grabung Hölder am Mittelberg im Süntel bei Hessisch-Oldendorf (Niedersachsen)/Deutschland

Fundpunkte, die nur wenig ergiebig waren, werden hier nicht aufgeführt.

Aus der folgenden Aufstellung gehen die Fundplätze des übrigen Materials hervor.

Deutschland: Gosheim über Spaichingen (Baden-Württemberg)
Oberdorf am Ipf (Baden-Württemberg)
Neidlingen (Baden-Württemberg)
Glems bei Metzingen (Baden-Württemberg)
Gammelshausen (Baden-Württemberg)
Franzosenschlucht bei Gruibingen (Baden-Württemberg)
Wasseralfingen (Baden-Württemberg)
Geisingen-Gutmadingen (Baden-Württemberg)
Boll bei Göppingen (Baden-Württemberg)
Winzingen (Baden-Württemberg)
Talheim, Kreis Tuttlingen (Baden-Württemberg)
Blumberg, Baden (Baden-Württemberg)
Dangstetten, Klettgau (Baden-Württemberg)
Metzingen bei Reutlingen (Baden-Württemberg)
Zollern bei Hechingen (Baden-Württemberg)
Kandern, Südbaden (Baden-Württemberg)
Bethel bei Bielefeld/Westf. (Nordrh.-Westf.)
Ützing am Staffelberg, Oberfranken (Bayern)
Hannoverisch-Linten (Niedersachsen)
Frankreich: La Voulte-sur-Rhône
Les Moutiers (Calvados)
Lyon, Mont d'Or
Echiré bei Niort (Dép. Charente)
St. Florant bei Niort (Dép. Charente)
England: Cocklebury Hill bei Chippenham/Wiltshire
Spanien: Piedrahita del Muño bei Salas de los Infantes (Prov. Burgos)/Spanien
Verschiedene Fundpunkte in den Prov. Teruel und Valencia südöstl. Albarracín
Cerro de la Paca (Prov. Murcia)
Italien: Rocca Busambra (Westsizilien)/Italien
Vorderasien: Dschebel Moghara-Sinai/Ägypten
Südamerika: Hochkordillere (Prov. Atacama)/Chile

Auf das Material einiger neuerer Aufsammlungen, wie zum Beispiel denen von Ochoterena (1966) in Mexiko, Elmi (1969) in Algerien, Sturani (1967) und Pavia (1973) in SE-Frankreich, Galácz (1969) in Ungarn, Patrulius & Popa (1969) in Rumänien, wurde nicht näher eingegangen, weil es entweder schwer zugänglich war oder so gut beschrieben und abgebildet ist, daß sich eine erneute Bearbeitung erübrigte.

Das selbst gesammelte Material wird teils im Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, teils im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart, Zweigstelle Ludwigsburg, aufbewahrt.

1.2. Zur Erhaltung

Da die Untersuchungsobjekte aus den verschiedenartigsten Sedimenten stammen, ist naturgemäß ihre Erhaltung sehr unterschiedlich. Die Regel ist Steinkernerhaltung. Es liegt auf der Hand, daß die Gehäuse entrollter Ammoniten sehr fragil sind. Aus Fragmenten läßt sich kaum auf die Spiralgestalt des Gehäuses schließen. Liegen nur Bruchstücke — Beispiel Taf. 7, Fig. 4 — vor, ist der weitere Verlauf der Gehäusespirale, wie ihn das Exemplar von Taf. 7, Fig. 2 zeigt, nicht ersichtlich.

Normalerweise bestehen die Steinkerne entsprechend dem Sediment aus Kalk oder Kalkmergel. Am bekanntesten sind aber die Funde in den sogenannten Hamiten-Tonen Württembergs geworden, weil dort die meisten Steinkerne aus Pyrit bestehen. Bei dieser Erhaltung ist aber nur der Phragmokon in Schwefelkies erhalten, während insbesondere die Wohnkammer keinen erhaltungsfähigen Steinkern bilden konnte. In ganz wenigen Fällen sind sogar die innersten Windungen mit der Anfangskammer erhalten (Abb. 3). Sonderfälle der Erhaltung sind die vollständigen Funde von Chippenham (Wiltshire)/England (Taf. 9, Fig. 1 u. Taf. 10, Fig. 4), die aus Kalzit bestehen. Wohnkammer- und Phragmokon-Erhaltung, wenn auch nicht in bestem Zustand, zeigt das Parapatoceraten-Material vom Mittelberg im Süntel bei Hessisch-Oldendorf (Niedersachsen)/Deutschland. Die Innenwindungen sind pyritisiert, während die Wohnkammern, nur schwach mit Sediment gefüllt, bei der Setzung des tonigen Einbettungsgesteins flach gedrückt wurden und nun kaum noch Skulptur zeigen (Taf. 11, Fig. 2).

Auf plattigen Toneisensteinkonkretionen von La Voulte-sur-Rhône/Frankreich erkennt man nur noch schemenhaft die Negativ-Umrisse von Parapatoceraten des Untercallovium.

Schalenexemplare sind naturgemäß gegenüber Steinkernen seltener. Sie sind aber nicht nur an tonige Sedimente gebunden, sondern kommen bei Bayeux (Calvados)/Frankreich auch im Oolith vor. Kein einziges Exemplar zeigt allerdings Aragonit-Erhaltung. Schalenexemplare unterscheiden sich in ihrer Skulptur geringfügig von Steinkernen.

Eine besonders schöne Erhaltung zeigen die Spiroceraten vom Mont d'Or, Lyon/Frankreich (Roman 1927). Sie sind verkieselt, und bei manchen Exemplaren erkennt man noch Stacheln (Taf. 1, Fig. 3), die normalerweise bei einem Steinkern nur als Knoten erscheinen. Stachelerhaltung zeigen auch die Parapatoceraten-Funde von Chile/Südamerika (Taf. 11, Fig. 4). Ihr Steinkern besteht aus bituminösem Kalzit.

Ein großer Teil des Materiales besteht aus unvollständigen oder schlecht erhaltenen Stücken. Die innersten Windungen, wenn sie isoliert vorliegen, sind meistens nicht bestimmbar.

1.3. Zur Erforschungsgeschichte

Den ersten Hinweis über das Vorkommen von heteromorphen Ammoniten im Dogger veröffentlichte Deshayes (1831). In den folgenden Jahrzehnten beschäftigten sich nur wenige Autoren mit den Dogger-Heteromorphen ausführlicher: BAUGIER & SAUZÉ (1843), D'ORBIGNY (1849), MORRIS (1845), QUENSTEDT (1858, 1887), OOSTER (1860), FALLOT & BLANCHET (1923), ROMAN & PÉTOURAUD (1927), ROMAN (1928), POTONIÉ (1929), SCHINDEWOLF (1963), OCHOTERENA (1966). Ansonsten wurden nur Einzelfunde erwähnt oder kurz beschrieben.

Bei einigen älteren Autoren (z. B. BAUGIER & SAUZÉ 1843, D'ORBIGNY 1849) bestand teilweise noch Unsicherheit bei der stratigraphischen Einordnung ihrer Objekte. Wesentlich genauer war QUENSTEDT (1858), der außerdem vorzüglich abbildete und ausführlich beschrieb. Er setzte sich (1858, 405) aber mit der systematischen Auffassung seiner Kollegen, die nach seiner Meinung zu viele Arten aufgestellt hatten, nicht konsequent auseinander. Er löste dieses Problem derart, daß er seine Funde unter einem neuen Namen beschrieb (1858, 404), obwohl er selbst zu manchen Abbildungen und Beschreibungen von D'ORBIGNY (1849) keine Unterschiede feststellen konnte (QUENSTEDT 1858, 407). Anders verhielt sich OPPEL (1856—58, 832). Er sah die Priorität der früheren Beschreibungen und Bestimmungen, hatte aber selbst Schwierigkeiten, die variable Gruppe der Spiroceraten systematisch aufzugliedern. Unter dieser Sachlage litten auch alle jüngeren Bearbeitungen, die diese Gruppe nach streng typologischen Gesichtspunkten angingen.

DESHAYES (1831) stellte die zu seiner Zeit bekannten heteromorphen Ammoniten des Jura zur Kreide-Gattung *Hamites.* D'ORBIGNY (1842 u. 1849) wie auch BAUGIER & SAUZÉ (1843) verteilten sie ebenfalls auf Gattungen *(Ancyloceras, Toxoceras* u. *Helicoceras)* der Kreidezeit. Ähnlich verfuhren MORRIS (1845) und OOSTER (1860) und stellten ihre Funde zur Gattung *Ancyloceras.*

Nach HYATT (1900, 584) gilt QUENSTEDT (1858, 407) als Autor der Gattung *Spiroceras.* Für *Hamites baculatus* QUENST. schlug HYATT (1900, 584) den Gattungsnamen *Apsorroceras* vor.

Seit QUENSTEDT (1886/87) dauerte es einige Jahrzehnte bis sich weitere Autoren ausführlicher mit der Gruppe der Dogger-Heteromorphen beschäftigten. SPATH (1924 u. 1933) führte für die aberranten Formen des höheren Dogger die Gattungsnamen *Parapatoceras* und *Acuariceras* ein. BUCKMAN (1923 u. 1925) spaltete unnötigerweise die Arten des mittleren und oberen Dogger in weitere Gattungen wie *Rhabdodites, Plagiamites* und *Crioconites,* die sich aber nicht durchsetzten. Etwa zur gleichen Zeit publizierten FALLOT & BLANCHET (1923) ihre Funde unter dem Gattungsnamen *Patoceras* (jüngeres Synonym zu *Spiroceras),* den MEEK (1876) aufgestellt hatte. Aus dem Lias Württembergs beschrieb POTONIÉ (1929, 226) einen heteromorphen Ammoniten und gab ihm den Namen *Arcuceras marthae.* DONOVAN & HÖLDER (1958) untersuchten diesen Fund erneut und erkannten in ihm den Rest eines Crinoiden. In jüngerer Vergangenheit beschrieben SCHINDEWOLF (1963) und OCHOTERENA (1966) neue Heteromorphen-Gattungen *(Paracuariceras, Metapatoceras* u. *Infrapatoceras)* aus dem oberen Dogger Württembergs bzw. Mexikos.

Über die phylogenetischen Beziehungen der Dogger-Heteromorphen untereinander, über ihren Ursprung und ihr Aussterben gab es die verschiedensten Deutungen. QUENSTEDT (1843, 363) hielt sie zunächst für verkrüppelte Exemplare des normal aufgerollten „*Ammonites Bifurcatus*". NEUMAYR (1875) betrachtete die aberranten Ammoniten des Jura als evolut gewordene Kosmoceraten. ZITTEL (1884, 482) vertrat noch QUENSTEDTs Meinung von der krankhaften Mißbildung, der keine systematische Bedeutung zukomme. In die Nähe von *Parkinsonia* stellte HYATT (1900, 498) die Spiroceraten und erhob sie zu einer eigenen Familie. Er kam den späteren Auffassungen sehr nahe. Zwar versuchten SPATH (1924, 12 u. 1928, 256) und ROMAN (1938, 248) die Spiroceraten nochmals bei anderen Gruppen wie die der Reineckeidae bzw. der Kosmoceratidae unterzubringen, aber SPATH (1933, 681) änderte seine Meinung und leitete die Spiroceraten und die Parapatoceraten aus den Parkinsoniidae her. Der gleichen Ansicht war auch POTONIÉ (1929, 255), der die heteromorphen Ammoniten des Dogger als eine geschlossene Gruppe mit gemeinsamer Wurzel auffaßte. ARKELL (1950, 359 u. 1957, L205) versuchte die Spiroceratidae von den Lytoceraten abzuleiten. WESTERMANN (1956, 272) und SCHINDEWOLF (1963, 141) widersprachen ihm und schlugen ihrerseits die Gattung *Strenoceras*, die zu den Parkinsoniidae gerechnet wird, als Stammform vor. STURANI (1971, 169) stellt die Gattung *Bajocia* als Vorläufer von *Spiroceras* zur Diskussion. Für die jüngsten aberranten Ammoniten des Dogger, die Acuariceraten, hielt SCHINDEWOLF (1963, 143) aber doch eine direkte Herkunft von den Lytoceraten für erwägenswert, obwohl schon SPATH (1933, 681) die Gattung *Acuariceras* als einen Abkömmling der Heteromorphen-Gattung *Parapatoceras* betrachtete. OCHOTERENA (1966) nahm in seiner Arbeit über die Gattung *Infrapatoceras* eine monophyletische Entwicklung der Dogger-Heteromorphen an. Ausgehend von seiner früheren Arbeit über die Gattung *Parastrenoceras* (1963), sah er in dieser den Ursprung aller aberranten Ammoniten des Dogger. Die gleiche Meinung vertrat WIEDMANN (1969, 571).

Über die Ökologie der heteromorphen Ammoniten des Dogger fehlen ausführliche Untersuchungen vollkommen. POTONIÉ (1929, 260) und SCHINDEWOLF (1963, 145) sind beide der Ansicht, daß die stark gekrümmten und locker eingerollten Formen der Gattungen *Parapatoceras* und *Spiroceras* eine benthonische Lebensweise geführt haben. Nach POTONIÉ (1929, 260) könnten sie Bewohner mariner Pflanzenrasen gewesen sein. Zur Lebensweise der gestreckten Formen des Dogger schreibt POTONIÉ (1929, 260) wörtlich: „Wie man für *Orthoceras* annimmt, daß es ein nie zum Boden gelangendes Schwimm-Schwebtier gewesen ist, kann es auch von den Formen der Gattung *Apsorroceras* und zum Teil auch der Gattung *Parapatoceras* gelten". SCHINDEWOLF (1963, 144) übernimmt diese Deutung für die Gattungen *Metapatoceras, Paracuariceras* und *Acuariceras.* Die Gattung *Acuariceras* hält SPATH (1933, 682) für in der Jugend planktonisch lebend, ehe sie später die frühen Gehäuseteile abwarf und eine benthonische Lebensweise annahm. Basierend auf vorläufigen Untersuchungsergebnissen habe ich (1973, 284) die Spiroceraten als benthonische Bewohner des Stillwassers beschrieben.

2. Stratigraphie und Verbreitung

Eine Monographie über Ammoniten ist heute ohne eine möglichst sorgfältige Berücksichtigung der Stratigraphie nicht mehr vorstellbar. So basiert diese Untersuchung insbesondere auf gut horizontiertem Material folgender Aufsammlungen: v. HILLEBRANDT (1973), DIETL (1974), HINKELBEIN (1975). In diesen Arbeiten sind die entsprechenden Fundprofile dargestellt. Genau horizontierte Funde haben auch STURANI (1971) und PAVIA (1973) veröffentlicht. Ihre Angaben dienten zum Vergleich.

Das selbst gesammelte Material wurde möglichst horizontiert entnommen. Das war jedoch nicht in allen Bereichen des Untersuchungsgebietes möglich. Im allgemeinen ließ es sich aber wenigstens bis auf die Zone genau datieren. Älteres Museumsmaterial war dagegen oft nicht voll auswertbar, wenn die Fundorte ungenau angegeben waren oder die Objekte nach dem momentanen Kenntnisstand stratigraphisch nicht genau eingestuft werden konnten.

Im folgenden sollen nun die Schichten, die insbesondere aberrante Ammoniten führen, besprochen werden. Ein einheitlicher Name wie „Hamitenton" hat sich für diese Serie bisher nur in Schwaben herausgebildet. Der sogenannte Hamitenton gehört stratigraphisch in das Oberbajocium. Er führt nur Heteromorphe der Gattung *Spiroceras.* Im oberen Dogger (Oberbathonium–Mittelcallovium) erscheinen die Gattungen *Parapatoceras, Paracuariceras* und *Acuariceras.* Während die

Spiroceraten an einigen Fundstellen im Mitteldogger einen hohen Prozentsatz der Ammoniten-Gesamtfauna ausmachen können (siehe Abb. 18), sind die Formen des oberen Dogger insgesamt wesentlich seltener.

Die revidierten Art- und Gattungsnamen finden in der folgenden Besprechung nur teilweise Verwendung. Wo dies geschieht, steht hinter dem Artnamen jeweils „rev." (revidiert).

2.1. Europa

Deutschland

Württemberg

Der Dogger der Schwäbischen Alb ist in neuerer Zeit nur partiell biostratigraphisch genauer untersucht worden. Das gilt insbesondere für das Aalenium und das Bathonium, aber nicht für den Braunjura delta, darunter das Oberbajocium, das in der Schwäbischen Alb im allgemeinen nur schlecht aufgeschlossen ist. Diese Feststellung mag überraschend sein, da doch nun seit über 100 Jahren an bekannten Fundplätzen intensiv gesammelt worden ist, und in vielen Privat-, Museums- und Institutssammlungen sich heute verkieste Steinkerne von *Spiroceras* finden, die überwiegend von den berühmten Fundstellen bei Eningen unter Achalm stammen. Ganze Generationen von Sammlern haben dort besonders im letzten Jahrhundert in den „Hamitentonen" gegraben. QUENSTEDT (1843, 363) hat dieses Vorkommen entdeckt und bekannt gemacht. Neben KRIMMEL (1886) verdanken wir GUSSMANN (1898 u. 1907) eine gute Beschreibung des Fundplatzes von Eningen und der dortigen Fundschichten. Eine biostratigraphische Gliederung versuchte WETZEL (1924, 186), kam aber mangels gut horizontierter Ammoniten zu keinem befriedigenden Ergebnis und bezeichnete deshalb die Tone zwischen dem basalen *subfurcatum*-Oolith und dem hangenden *parkinsoni*-Oolith einfach als Subfurcatenschicht.

Dank der umfangreichen Erdarbeiten (1963—64) beim Bau einer Druckleitung für das Pumpspeicherwerk in Glems bei Reutlingen ergaben sich unter anderem auch im mittleren Dogger so günstige Aufschlüsse, daß Mächtigkeit und Lithologie des oberen Braunjura delta gleich von mehreren Bearbeitern (BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966; SCHOLZ 1966; TERZIDIS 1966) aufgenommen wurden.

Da die Feinstratigraphie des Oberbajocium an der alten Spiroceraten-Fundstelle (Heusteige bei Eningen) trotz der Schürfe des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg (K. SCHÄDEL) und der späteren eigenen Grabung nur ungenügend geklärt werden konnte, soll das in der Nähe gelegene Profil von Glems als Vergleich dienen.

Im *subfurcatum*-Oolith, der sich fast im gesamten Bereich der Schwäbischen Alb verfolgen läßt, setzt die Gattung *Strenoceras* ein. Der Oolith ist in Württemberg sehr unterschiedlich mächtig; bei Eningen–Glems erreicht er nur 20 cm und ist dort von tonmergeliger Ausbildung mit einzelnen Ooiden. Darüber beginnen die „Hamitentone", auch Subfurcatentone genannt, für die zumindest im Raum Reutlingen–Kirchheim das häufige Auftreten von aberranten Ammoniten charakteristisch ist. GUSSMANN (1898) gliedert diese Tone in eine Hamiten-Schicht (unten) und einen Clavellaten-Ton (oben) nach dem häufigen Vorkommen von *Trigonia clavellata.* Die „Hamiten" und die Trigonien besitzen geringen Leitwert, so daß lediglich die von BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966) vorgenommene Gliederung nach den üblichen Zonenammoniten *Strenoceras subfurcatum* und *Garantiana (Garantiana) garantiana* für Vergleichszwecke brauchbar ist. Nach diesen Autoren setzt die *subfurcatum*-Zone mit dem *subfurcatum*-Oolith ein und reicht etwa bis in den Bereich der „Hamiten-Bank". Diese trägt ihren Namen eigentlich zu Unrecht, denn sie ist fast frei von Fossilien und begrenzt höchstens nach oben das „Hauptlager der Hamiten".

Die „Hamiten-Bank" liegt etwa 9 m über dem *subfurcatum*-Oolith und teilt die „Hamitentone", die in Glems etwa 21 m mächtig sind, in etwa zwei gleichstarke Partien. Der höhere Bereich der „Hamitentone" gehört in die *garantiana*-Zone (Buck, Hahn & Schädel 1966). Ob in der etwa 30 cm mächtigen „Hamiten-Bank", die als Kalk ausgebildet ist, die Grenze zwischen der *subfurcatum*- und der *garantiana*-Zone liegt, kann nicht sicher gesagt werden. Die Fossilfunddichte — das gilt auch für diesen Bereich in Eningen (eigene Grabung) — ist in diesem Niveau zu gering, um eine scharfe Grenze ziehen zu können.

Insgesamt war die Ausbeute an aberranten Ammoniten im Profil Glems zu klein, um etwas über die stratigraphische Reichweite auch seltener Arten auszusagen. Das ältere Sammlungsmaterial — das gilt auch für die anderen Fundstellen in Württemberg — enthält keine genauen Angaben über die Fundschicht.

Wie wenig sorgfältig das im vergangenen Jahrhundert gesammelte Material zum Teil präpariert, etikettiert und dann an Museen abgegeben oder verkauft wurde, beweisen die folgenden Beispiele:

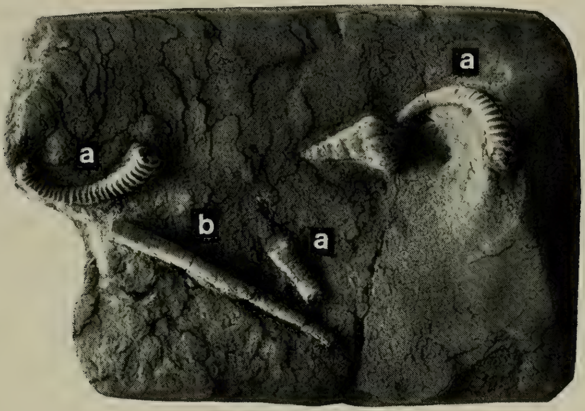


Abb. 1. Drei Jugendwindungen von *Spiroceras orbignyi* (a) und *Paracuariceras incisum* (b) auf ein und demselben Handstück. Die beiden Spiroceraten liegen im Originalsediment (Oberbajocium). Das Exemplar der Gattung *Paracuariceras* wurde nachträglich eingeklebt, da diese nur im mittleren Callovium vorkommt.
Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen Ce 1482/6.—x 1.

Fig. 1. Three juvenile whorls of *Spiroceras orbignyi* (a) and *Paracuariceras incisum* (b) on the same slab. The genus *Paracuariceras* occurs only in the Middle Callovian. The specimen of the genus *Paracuariceras* has been added later by a collector. The slab consists of the original sediment of the Upper Bajocian with embedded Spiroceratids.

1. Besonders schöne und große Exemplare von *Spiroceras* von der berühmten Fundstelle bei Eningen an der St. Johanner Steige sind zum größten Teil aus mehreren Fragmenten verschiedener Individuen zusammengesetzt worden. So „hergerichtete" Stücke wurden kunstvoll auf ein Stück „Hamitenton" aufgeklebt, und zwar derart, daß zuvor eine Rinne in das Tonstück eingeschabt wurde, die dann das Exemplar aufnahm. Ein solches Beispiel wurde von mir schon 1976, Abb. 2, vorgestellt. Es handelt sich dabei um das Originalstück der Autoren Potonié (1929, Taf. 17, 4) und Arkell (1957, Fig. 235, 1a), denen die Täuschung nicht auffiel.
2. Eine andere Art, den Wert des Fundes zu erhöhen, war die, Dogger-Heteromorphe verschiedener Gattungen und verschiedener Fundhorizonte auf ein- und dasselbe Tonstück in der schon beschriebenen Weise aufzukleben. Ein solcher Fall ist in Abb. 1 dargestellt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich die Spiroceraten in Württemberg in ihrer vertikalen Verbreitung auf die *subfurcatum*- und die *garantiana*-Zone beschränken. Es liegen bisher keine Hinweise über Funde aus der *humphriesianum*- bzw. der *parkinsoni*-Zone vor.

SCHINDEWOLF (1963), OCHOTERENA (1966) und WIEDMANN (1969) sehen in der Gattung *Apsorroceras* die phylogenetisch und stratigraphisch ältesten Dogger-Heteromorphen. Dem ist entgegenzuhalten, daß die Gattung *Apsorroceras* in der bisherigen Bestimmungspraxis ein Sammelname für verschiedene Arten und Erhaltungszustände anderer Mitteldogger-Heteromorphen war und als jüngeres Synonym der Gattung *Spiroceras* aufzufassen ist. Nach GUSSMANN (1907) sind die großen gestreckten Spiroceraten *(„Apsorroceras")* wohl eher im Niveau der *garantiana*-Zone zu suchen. Er fand jedenfalls keinen *„Hamites baculatus"* an der Basis der „Hamitentone".

Die stratigraphische Verbreitung der Oberdogger-Heteromorphen ist besser bekannt, obwohl in Württemberg bisher nur wenige Exemplare gefunden wurden. So kommt *Parapatoceras distans* nach bisheriger Kenntnis nur in der *macrocephalus*-Zone vor. *Parapatoceras tuberculatum* erscheint zwar ebenfalls erstmals in der *macrocephalus*-Zone, reicht aber bis in die *jason*-Zone. ZEISS (1955, 246) gibt neben *Macrocephalites, Proplanulites* und *Kepplerites gowerianus Parapatoceras distans macrocephalum* aus dem Blaugrauen Erzlager von Blumberg an. Aus diesem Niveau dürften auch die Heteromorphen-Funde des in der Nähe von Blumberg liegenden ehemaligen Bergbauortes Gutmadingen stammen. Die von QUENSTEDT (1858, Taf. 20—23) abgebildeten und von dort stammenden „Hamitenbruchstücke" scheinen zur Art *Parapatoceras distans* zu gehören. Andere Funde von Gutmadingen und Blumberg zeigen auch Vertreter der Art *Parapatoceras tuberculatum. Parapatoceras* soll in Blumberg auch noch im Violetten Erzlager vorkommen, das nach ZEISS (1955, 247) der *calloviense*-Zone entspricht. Ansonsten liegen von Südwestdeutschland aus der *calloviense*-Zone keine Funde von Heteromorphen vor. Das mag unter anderem daran liegen, daß die *calloviense*-Zone in Württemberg durch das seltene Auftreten des Zonenfossils *Sigaloceras calloviense* nicht immer nachweisbar ist, oder Ablagerungen dieser Zone stellenweise fehlen.

Mit *Parapatoceras tuberculatum* erscheinen in Württemberg auch die beiden letzten Dogger-Heteromorphen *Paracuariceras incisum* und *Acuariceras acuarius*, die in ihrer Lebensdauer kaum über diese Zone hinausreichen. ZAKRZEWSKI (1887) fand bei Boll zusammen mit *Oecoptychius refractus Acuariceras acuarius* im unteren Ornatenton. Zwei Neufunde der gleichen Art stammen vom Erkenberg bei Neidlingen, wahrscheinlich aus der gleichen Schicht.

Franken

Es gibt in der Literatur nur wenige Hinweise über das Vorkommen von aberranten Ammoniten im fränkischen Dogger. In der Subfurcatenbank von Ützing am Staffelberg konnte KUHN (1947, 52) *Spiroceras* aff. *bifurcatum* nachweisen. Aus den Callovium-Tonen des Staffelbergs/Oberfranken führt GREIF (1914, 28) *„Spiroceras calloviense"* und *„Spiroceras* cf. *Trigeri"* an. KUHN (1939) spricht von einem *Parapatoceras*-Lager an der Grenze Macrocephalen-Schichten/*jason*-Zone, und SCHMIDTILL (1940) konnte an Hand ausgewerteter Bohrkerne gleich zwei verschiedene Horizonte mit heteromorphen Ammoniten aus der Gegend von Staffelstein/Oberfranken nachweisen. Der tiefste Horizont führte ein Bruchstück von *Spiroceras orbignyi* und muß nach der übrigen Ammonitenfauna in das Oberbajocium gestellt werden. Der höhere Horizont liegt dagegen mitten im Niveau mit *Macrocephalites* und führt nach SCHMIDTILL (1940) *Parapatoceras distans* var. *macrocephalus. Apsorroceras baculatum* (QUENST.) und *Spiroceras bispinatum* (BAUGIER & SAUZÉ) gibt GRAF (1961) aus der *garantiana*-Zone vom Hienberg (nördlich Markt-Schnaittach/Mfr.) an.

Nordwest-Deutschland

Erst ALTHOFF (1928) konnte für Nordwest-Deutschland zum ersten Mal das Vorkommen von Spiroceraten nachweisen. Seine Funde stammen von Bethel bei Bielefeld, und zwar aus den tieferen Pseudogarantien-Schichten, die nach WESTERMANN (1967, 125) zur oberen *subfurcatum*- und unteren *garantiana*-Zone gehören sollen.

Über 200 Exemplare von *Spiroceras* konnte KUMM (1952, 416) nach eigenen Angaben an der gleichen Lokalität, und zwar ebenfalls an der Basis der Pseudogarantien-Schichten in einem 0,25 m mächtigen Kalkgeoden-Horizont sammeln. Leider ist sein Material während des 2. Weltkrieges in Braunschweig zerstört worden. Dagegen lag mir das Material der Sammlung ALTHOFF vor und konnte als *Spiroceras orbignyi* und *Spiroceras annulatum* bestimmt werden.

Den ersten Jura-Heteromorphen aus Norddeutschland beschreibt BEHRENDSEN (1886) als „*Ancyloceras borealis*". Das Stück wurde in den *aspidoides*-Schichten von Lechstedt gefunden und ist heute verschollen. Es handelt sich nach der Abbildung um ein echtes *Parapatoceras.* Parapatoceraten aus dem Oberbathonium — diesem Bereich gehört auch der Lechstedter Fund an — sind unter anderem auch aus Frankreich bekannt. Es ist wahrscheinlich, daß das von BENTZ & POTONIÉ (1929) und POTONIÉ (1929) am Mittelberg nördlich Hessisch-Oldendorf gesammelte Material ebenfalls noch in das Oberbathonium gehört. An der gleichen Fundstelle grub HÖLDER vor wenigen Jahren erfolgreich, ohne daß allerdings die genaue Stratigraphie geklärt werden konnte. Nach meinen Bestimmungen handelt es sich bei den gefundenen Heteromorphen überwiegend um *Parapatoceras distans.* Da sichere Funde von *Parapatoceras tuberculatum* fehlen und *Parapatoceras distans* im Artenspektrum der aberranten Ammoniten nur im Oberbathonium überwiegt, könnte die Grabung dieses Niveau angeschnitten haben. BENTZ & POTONIÉ (1929) neigen dagegen nach lithologischem Vergleich mit ähnlichen Vorkommen eher dazu, die Fundschicht vom Mittelberg in die Nähe der Macrocephalen-Schichten, also in das Untercallovium zu stellen.

Frankreich

Obwohl Frankreich als klassisches Fundland der Dogger-Heteromorphen bezeichnet werden kann, ist gut horizontiertes Material auch dort selten und eigentlich erst durch die neueren Arbeiten von PAVIA & STURANI (1968) und PAVIA (1973) für den Mitteldogger und durch die stratigraphischen Untersuchungen von ELMI (1967; 1969) für den Oberdogger bekannt geworden.

Die Spiroceraten des „Oolithe ferrugineuse" von Bayeux/Calvados kommen vermischt mit Fossilien der *subfurcatum-*, *garantiana-* und *parkinsoni*-Zone vor (FÜRSICH 1971, 321). Ihre genaue stratigraphische Reichweite innerhalb des Oberbajocium ist somit dort nicht feststellbar.

Die vom Mont d'Or (Lyon) durch ROMAN & PÉTOURAUD (1927) bekannt gewordenen Funde verteilen sich auf die *subfurcatum-* und die *garantiana*-Zone. Die Autoren beschreiben *Spiroceras bispinatum* (= *Spir. orbignyi* rev.). aus der *subfurcatum*-Zone und *Apsorroceras* aus der *garantiana*-Zone. Weitere Arten wie *Spiroceras annulatum, Spiroceras fourneti, Spiroceras orbignyi* bleiben ohne genauere stratigraphische Angaben.

Ein großer Teil des *Spiroceras*-Materiales von BAUGIER & SAUZÉ (1843) und D'ORBIGNY (1849) stammt aus den dolomitischen Kalken von Mougon östl. Niort (Dép. Charente). Die alten Aufschlüsse sind heute zugefüllt und zugewachsen, jedoch habe ich dort Lesesteine sammeln können, die angefüllt sind mit Ammoniten, darunter auch Heteromorphe der *subfurcatum*-Zone (siehe Taf. 11, Fig. 1). BAUGIER & SAUZÉ (1843) geben als Fundschicht für ihre Funde von Mougon den „Oolithe inférieure" an, der zwar dort anscheinend nicht vorkommt, aber wohl auch nur das geologische Alter bezeichnen soll.

Einen Fund von *Spiroceras orbignyi* gibt LISSAJOUS (1923) aus dem mittleren Dogger des östlichen Randgebietes des Massif Central an. Den genauen Fundhorizont bezeichnet er als Zone des *Zigzagiceras arbustigerum.* Diese Angabe ist anzuzweifeln, da auch seine übrigen stratigraphischen Daten sehr ungenau sind. So beschreibt er unter anderem typische Ammoniten des Oberbajocium, wie auch solche des Untercallovium, als Formen des Bathonium.

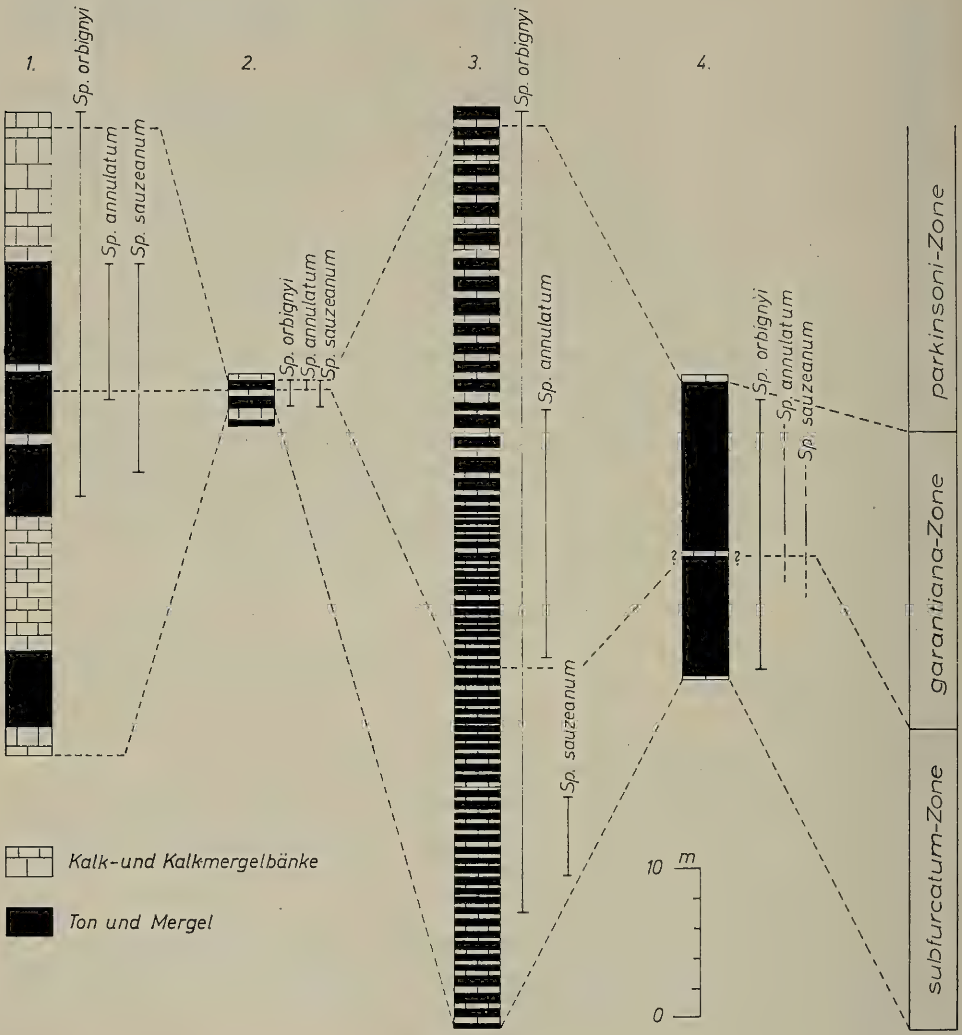

1.
2.
3.
4.
Sp. orbignyi
Sp. annulatum
Sp. sauzeanum
Sp. orbignyi
Sp. annulatum
Sp. sauzeanum
Sp. orbignyi
Sp. annulatum
Sp. sauzeanum
Sp. orbignyi
Sp. annulatum
Sp. sauzeanum
?
?
parkinsoni-Zone
garantiana-Zone
subfurcatum-Zone
10 m
0
Kalk-und Kalkmergelbänke
Ton und Mergel

Abb. 2. Einige wichtige Profile des Oberbajocium, in denen Spiroceraten vorkommen:

1. Umgebung von Albarracín/Prov. Teruel u. Prov. Valencia; Spanien (nach HINKELBEIN 1975).
2. Südrand der Sierra de la Demanda/Prov. Burgos u. Prov. Soria; Spanien (nach DIETL 1974).
3. Chaudon bei Digne/Dép. Basses-Alpes; Frankreich (nach PAVIA 1973).
4. Glems bei Reutlingen/Baden-Württemberg; Deutschland (nach SCHOLZ 1966; BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966).

Fig. 2. Some important sections of the Upper Bajocian, in which Spiroceratids occur (1—4).

Die von HAUG (1891) beschriebenen Fundstellen des Mitteldogger von Chaudon bei Digne (Dép. Basses-Alpes) haben STURANI (1967), PAVIA & STURANI (1968), PAVIA (1969 u. 1973) ausführlich untersucht und beschrieben. Nach ihnen setzt als frühester Heteromorpher *Spiroceras bifurcati bifurcati* (= *Spir. orbignyi* rev.) in der *baculatum*-Subzone ein, die im höheren Teil der *subfurcatum*-Zone liegt. Die *baculatum*-Subzone ist identisch mit der von HINKELBEIN (1975, 153) in Ostspanien ausgeschiedenen *baculata*-Subzone *(Garantiana baculata).* In der gleichen Subzone, nur wenig später, setzt im Profil von Digne *Spiroceras baculatum* (= *Spir. sauzeanum* rev.) ein (PAVIA 1973), während *Spiroceras annulatum* erst in der *garantiana*-Zone beginnt, und zwar in der *dichotoma*-Subzone, und bis in die *trauthi*-Subzone hinaufreicht. PAVIA (1973, Tab. 1 u. 2) fand *Spiroceras* sp. indet. noch an der Basis der *acris*-Subzone, mit der die *parkinsoni*-Zone einsetzt.

Vereinzelte Funde von Parapatoceraten aus dem Callovium von Montreuil-Bellay (NW-Frankreich) und der Umgebung von Niort (Dép. Charente) lagen den Beschreibungen von BAUGIER & SAUZÉ (1843) und D'ORBIGNY (1849) zugrunde. Vom gleichen Gebiet beschrieben HÉBERT & EUDES-DESLONGCHAMPS (1860) sowie COUFFON (1919) weiteres Material. Es handelt sich nach meiner Bestimmung um die Formen *Parapatoceras tenue* und *Parapatoceras distans.* Aus dem Callovium der Umgebung von Celle bei Niort (Dép. Charente) beschrieb PETITCLERC (1915) einige Heteromorphe, die meist aus der Sammlung BAUGIER (Niort) stammen und teilweise von BAUGIER & SAUZÉ (1843) schon beschrieben wurden. CORROY (1932) bildete *Parapatoceras tuberculatum* und *Parapatoceras distans* rev. aus dem Callovium der Ostumrandung des Pariser Beckens ab. Allen hier aufgezählten Funden fehlt die Angabe ihrer genauen Fundschicht.

Über die Stratigraphie und Fauna des Oberdogger der Gegend von Aix-en-Provence und Aubenas (Dép. Ardèche) hat ELMI (1967 u. 1969) ausführlich berichtet. Schon ROMAN (1928) beschrieb aus dieser Gegend (Umgebung von La Voulte-sur-Rhône) Parapatoceraten. ELMI (1967 u. 1969) konnte zumindest für das Gebiet der Rhône die genaue stratigraphische Reichweite einiger Oberdogger-Heteromorphen angeben:

Parapatoceras bentzi (= *Par. distans* rev.): *retrocostatum*-Zone *(julii*-Subzone) bis *macrocephalus*-Zone
Parapatoceras tenue: retrocostatum-Zone *(julii*-Subzone) bis *macrocephalus*-Zone
Parapatoceras tuberculatum: macrocephalus-Zone bis *calloviense*-Zone

Eigene Aufsammlungen bestätigten diese Angaben und ergaben darüber hinaus Neufunde von *Paracuariceras incisum* in der *macrocephalus*-Zone. Diese bisher nur aus Württemberg bekannte Art tritt dort erst in der *jason*-Zone auf (siehe Abb. 19).

Spanien

Der Jura Spaniens ist in neuerer Zeit infolge seiner reichen Ammonitenfaunen, die sowohl nordwesteuropäische wie auch tethydisch-mediterrane Formen umfassen, immer mehr für stratigraphische Vergleiche wichtig geworden. Zahlreiche neuere Arbeiten liegen inzwischen über seine Gliederung vor. Für den Dogger sind es in Nordspanien hauptsächlich die Untersuchungen von WESTERMANN (1955), MENSINK (1960 u. 1966), DAHM (1966), DIETL (1974); in Ostspanien die Arbeiten von FALLOT & BLANCHET (1923), BAKX (1935), MARTIN (1936), RIBA ARDERIU (1959), HINKELBEIN (1975). Von besonderer Bedeutung für das Vorkommen von Dogger-Heteromorphen in Ostspanien sind die Ergebnisse von FALLOT & BLANCHET (1923) und HINKELBEIN (1975). Während die erstgenannten Autoren zum ersten Male umfangreiche Aufsammlungen von aberranten Dogger-Ammoniten beschrieben, hat HINKELBEIN auf das genaueste ihre stratigraphische Reichweite erfassen können. Seine Ergebnisse und Aufsammlungen, die mir zur Bearbeitung vorlagen, sind besonders wichtig, da gut horizontiertes Material außerordentlich selten ist. In den von ihm untersuchten Profilen konnte er die *subfurcatum*-Zone in drei Subzonen untergliedern, die *banksi*-, die *polygyralis*- und die *baculata*-Subzone (HINKELBEIN 1975, 152). Die Gattung *Spiroceras* tritt nach seinen Angaben erstmals in der *polygyralis*-Subzone auf, während die Gattung *Strenoceras* meist etwas später einsetzt und nur in einem Fall wenig früher im Profil auftritt (HINKELBEIN 1975, Abb. 12). *Spiroceras orbignyi* erscheint zuerst im Profil. Wenig später, meistens schon in der nächstjüngeren *baculata*-Subzone, setzen *Spiroceras annulatum* und *Spiroceras fourneti* ein, während *Spiroceras laevigatum* anscheinend eine Form der *garantiana*-Zone ist. Die Spiroceraten, zumindest aber *Spiroceras orbignyi*, können in Ostspanien bis in den Beginn der *parkinsoni*-Zone (*acris*-Subzone) hinaufreichen.

Aus dem Untercallovium (*macrocephalus*-Zone) führte HINKELBEIN (1975) die Arten *Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tuberculatum* auf.

Aus dem subbetischen Jura der Provinz Murcia gab SEYFRIED (1970) Funde von Spiroceraten an. Es handelt sich um Formen der Arten *Spiroceras orbignyi* und *Spiroceras sauzeanum.*

In Nordspanien, insbesondere am Südrand der Sierra de la Demanda, sind die Schichten des Oberbajocium kondensiert und daher geringmächtig (MENSINK 1960, 71, u. DIETL 1974, 6). Deshalb war es von vornherein aussichtslos, dort die Ammonitenzonen noch in Subzonen zu untergliedern. Die aufgesammelten Spiroceraten sind also bestenfalls nach Zonen horizontiert. Nach DIETL (1974, Tab. 1) kommen *Spiroceras orbignyi* rev. und *Spiroceras laevigatum* rev. sowohl in der *subfurcatum*- als auch in der *garantiana*-Zone vor. *Spiroceras annulatum* ist dagegen auf die *garantiana*-Zone beschränkt und *Spiroceras cylindricum* liegt in zu wenigen Exemplaren vor, um etwas über seine stratigraphische Reichweite aussagen zu können.

Italien

Aus liassischen Backreef-Kalken Westsiziliens (Rocca Busambra) hat WENDT (1971) eine Zwergfauna submariner Spalten des mediterranen Jura beschrieben. Er konnte dort horizontiert Spiroceraten und Parapatoceraten bergen. Seine Fauna 9 (WENDT 1971, 158) soll die *humphriesianum*-Zone und tiefste Teile der *subfurcatum*-Zone umfassen. Aus ihr beschrieb er das gemeinsame Vorkommen von *Spiroceras* sp. und *Stephanoceras* cf. *umbilicum.* Der letztere Ammonit soll nach seiner Meinung die *humphriesianum*-Zone belegen. Das würde bedeuten, daß *Spiroceras* in der Rocca Busambra schon in der *humphriesianum*-Zone auftritt. Bisher liegen aber aus dieser Zone von keiner anderen Lokalität Heteromorphenfunde vor. Da Stephanoceraten an anderen Lokalitäten noch in die *subfurcatum*-Zone hinaufreichen können (PAVIA & STURANI 1968, ELMI 1971 u. a.), ist mit dem Fund von *Stephanoceras* cf. *umbilicum* keineswegs die *humphriesianum*-Zone als Fundhorizont für *Spiroceras* gesichert. Zwergwüchsige Stephanoceraten, vergleicht man sie mit normalwüchsigen Formen, sind außerdem artlich sehr schwer zu bestimmen. Die übrigen Ammoniten der Fauna 9 sind ebenfalls wenig geeignet, eine Zone zu belegen. Es scheint daher angebracht, die Schichten mit *Spiroceras* von der Rocca Busambra eher dem Ober- und nicht dem Mittelbajocium zuzurechnen. Aus dem mir von WENDT vorliegenden Material ließen sich folgende Heteromorphen-Arten bestimmen: *Spiroceras orbignyi, Spiroceras annulatum* und *Spiroceras cyphum.* Die Faunen 11 und 12 (WENDT 1971, 159) gehören in das Untercallovium. Aus ihnen ließen sich folgende Parapatoceraten bestimmen: *Parapatoceras distans, Parapatoceras tuberculatum.* Eine Schichtfläche mit Fossilien der Fauna 12 ist auf Taf. 11, Fig. 3 abgebildet.

Ein weiteres Vorkommen von zwergwüchsigen Spiroceraten in Italien hat STURANI (1971) von den Venetischen Alpen (N-Italien) beschrieben. Seine wenigen Funde verteilen sich auf die Arten *Spiroceras obliquecostatum* (erstaunlicherweise dort am häufigsten), *Spiroceras waltoni* (= wahrscheinlich *Spiroceras orbignyi)* und *Spiroceras* cf. *baculatum.*

Schweiz

Erni (1941, 162) beschrieb etwas ausführlicher das Vorkommen von Parapatoceraten aus den *macrocephalus*-Schichten des Dottenberges bei Lastorf, NE von Olten. *Parapatoceras* soll dort in einer nur 15 cm dicken Lage eisenoolithischen Mergels, der Kalkknauern führt, vorkommen. Dieser Horizont wird von der *varians*-Schicht unterlagert und von mergeligen Eisenoolithen mit *Kepplerites, Proplanulites* und *Oecoptychius* überlagert. Die Parapatoceraten sollen zusammen mit Macrocephaliten vorkommen, was für Untercallovium-Alter der Fundschicht spräche. Erni beabsichtigte anscheinend in einer gesonderten Arbeit eine ausführliche Beschreibung der dort gefundenen Parapatoceraten. Dafür spricht eine Fototafel aus seinem Nachlaß, auf der seine Funde abgebildet sind¹). Diese gehören anscheinend alle zur Art *distans.*

Aus den Berner- wie aus den Glarner Alpen wurden mehrere Vorkommen von *Spiroceras* bekannt. Ooster (1860) beschrieb unter anderem vom Rüfigraben/Berner Alpen mehrere Arten, die oberes Bajocium belegen. Aus dem Dogger des Pletschbaches bei Mürren (Berner Oberland) stellte Thalmann (1923)²) den Fund eines angeblichen heteromorphen Ammoniten als *Helicoceras alpinum* nov. spec. vor. Nach Potonié (1929, 217) handelt es sich hierbei nicht um einen Vertreter der aberranten Ammoniten (siehe auch Seite 50 dieser Arbeit). Neben Moesch (1872) beschrieb insbesondere Bircher (1935) von der Guppenalp/Glarneralpen eine typische Ammonitenfauna des Oberbajocium. *Strenoceras subfurcatum, Strenoceras bigoti, Garantiana (Garantiana) baculata* u. a. Ammoniten belegen dort die *subfurcatum*-Zone, aus der auch Spiroceraten stammen.

Die von Favre (1876) abgebildeten Neufunde aus dem „Terrain Oxfordien" der Freiburger Alpen sind keine heteromorphen, sondern normal aufgerollte Ammoniten, zum Beispiel der Gattung *Epipeltoceras* (siehe auch Seite 50 dieser Arbeit).

England

Die Fundplätze von Spiroceraten liegen hier in Südengland, und zwar im Gebiet von Dorset. Es ist bisher wenig über Material aus dem Inferior Oolite veröffentlicht worden (z. B. Morris 1845; Buckman 1925; Parsons 1976). Nach Buckman (1925) und Arkell (1956, 32) kommt *Spiroceras* hauptsächlich in der geringmächtigen *garantiana*-Zone vor. Aus der *subfurcatum*-Zone stammt nach Buckman (1926, CCCLXXIV) der Fund von *Ancyloceras bifurcatum* (= *Spir.* cf. *annulatum* rev.). Aus der *subfurcatum*-Zone, *baculata*-Subzone, bei Sherborne (Südengland) gibt Parsons (1976) das tiefste Vorkommen von Heteromorphen mit *Spiroceras* sp. und *Apsorroceras baculatum* an. Auch in England scheinen demnach die aberranten Ammoniten im basalen Bereich der *subfurcatum*-Zone, *banksi*- bzw. *polygyralis*-Subzone, noch nicht vorzukommen.

In fast allen größeren Sammlungen findet sich zumindest ein Fazies-Belegstück des Kelloway Rock von Wiltshire, welches angefüllt ist mit ausgezeichnet erhaltenen Parapatoceraten der Art *Parapatoceras distans.* Nach Arkell (1956, 26), der keine

---

¹) Den Literaturhinweis, die Kenntnis der Fototafel sowie eine Fotokopie derselben verdanke ich Herrn R. Bühler, Strengelbach/Schweiz.

²) Sitzungsbericht vom 21. April 1923 der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, 1924, S. XXII—XXIV; Bern.

heteromorphen Ammoniten aus dieser Schicht angibt, gehört der Kelloway Rock in das Untercallovium, und zwar in die *calloviense*-Zone. Die meisten Museumsstücke, die mir vorlagen, stammen wahrscheinlich von ein und demselben Aufschluß nahe Chippenham, der beim Bau einer Eisenbahnstrecke in der Mitte des letzten Jahrhunderts entstand.

Polen

Ein Diluvialgeschiebe voller Spiroceraten erwähnen Potonié (1929) und Stoll (1934). Brinkmann (1924) hat wahrscheinlich das gleiche Geschiebe beschrieben.

Ungarn

Eine mediterrane Ammonitenfauna mit heteromorphen Ammoniten aus dem Dogger südwestlich von Budapest beschreibt Galácz (1969). Aus dem Bereich *subfurcatum-/garantiana*-Zone gibt er folgende Heteromorphe an: *Apsorroceras baculatum, Spiroceras bifurcatum, Spiroceras orbignyi.* Als große Überraschung ist die Mitteilung vom Fund eines heteromorphen Ammoniten in der *zigzag*-Zone zu werten. Galácz (1969, 122) stellt ihn zur Gattung *Parapatoceras.* Man sollte diesen Fund, der bisher ohne weiteres Beispiel geblieben ist, sehr vorsichtig bewerten, zumal Galácz selbst schreibt, daß die Ammonitenfauna von Gyenespuszta sehr schlecht erhalten und daher schwer bestimmbar ist.

Rumänien

Aus den Rumänischen Karpathen (Apuseni-Gebirge) führen Patrulius & Popa (1969) eine Untercallovium-Fauna auf, die neben *Macrocephalites macrocephalus* auch Heteromorphe wie *Parapatoceras* und *Acuariceras* enthalten soll. Die Gattung *Acuariceras* ist aber bisher aus dem Untercallovium nicht bekannt. Vielleicht handelt es sich hier eher um einen Vertreter der Gattung *Paracuariceras,* die in diesem Niveau vorkommt und leicht mit *Acuariceras* verwechselt werden kann.

2.2. Afrika

Algerien

Neueste Untersuchungen im mittleren Dogger von West-Algerien (Elmi 1969; 1971) erlauben nun genauere Angaben über das Vorkommen dortiger Spiroceraten. Letzte Stephanoceraten der Untergattungen *Teloceras* und *Stemmatoceras* reichen an einer Lokalität noch bis in das unterste Oberbajocium hinein und kommen dort zusammen mit den ersten Spiroceraten vor. An einem anderen Fundpunkt fand Elmi neben *Spiroceras* nur noch *Oppelia* aff. *subradiata* und *Sphaeroceras.* Elmi (1969 u. 1971) hat die von ihm aufgesammelten Spiroceraten bisher artlich nicht bestimmt. Leider stand mir sein Material im Rahmen dieser Arbeit nicht zur Verfügung.

Das Callovium ist zwar von Algerien ebenfalls mit Ammoniten belegt, doch wurden bisher keine Parapatoceraten gefunden.

Madagaskar

Als *Parapatoceras spinatum* bestimmte Collignon (1958) einen Heteromorphen, der im „Niveau des *Pseudoclydoniceras*" (Oberbathonium) gefunden wurde.

Kenia

Westermann (1975) beschrieb erstmals das Vorkommen von aberranten Ammoniten im Dogger von Kenia. Er bestimmte den Einzelfund als *Spiroceras* cf.

bifurcatum. Der Abbildung nach (Westermann 1975, Taf. 2, Fig. 9) handelt es sich um einen Vertreter der Art *Spiroceras orbignyi.* Die Fundschicht, nach Westermann der „Obere Posidonienschiefer" von Kenia, ist durch andere Ammoniten wie *Cadomites* (?) aff. *lissajousi,* ? *Torrensia* sp. nov. gekennzeichnet und soll ins Oberbajocium gehören. Phylloceraten und Lytoceraten, die den Hauptteil der Ammoniten ausmachen, zeigen nach Westermann die Nähe des offenen Ozeans an.

2.3. Asien

Sinai/Ägypten

Vom Dschebel Moghara/Sinai beschrieb H. Douvillé (1916) mehrere Exemplare von *Spiroceras annulatum* rev. (Die Stücke lagen zur Bestimmung vor.)

Saudi Arabien

Imlay (1970) bestimmte *Spiroceras bifurcatum* und *Spiroceras annulatum,* gefunden in der Dhruma Formation mit *Ermoceras mogharense.* Letzteres gibt Oberbajocium-Alter an, was auch die Spiroceraten bestätigen.

Indien

Vom Kachh beschrieb Spath (1928) *Parapatoceras* cf. *calloviense* aus den Schichten mit *Reineckeia anceps.* Waagen (1875, 212, Taf. 56, Fig. 3) kannte schon die indischen Funde von *Parapatoceras.*

2.4. Amerika

USA

Von Alaska wie vom zentralen Westteil der USA beschrieb Imlay (1962 u. 1967) aus dem Oberbajocium Spiroceraten. Es handelte sich aber jeweils nur um Einzelfunde, die keine weiteren Aussagen erlauben.

Mexiko

Das Vorkommen von heteromorphen Ammoniten in Mexiko ist durch Erben (1960) bekannt geworden. Ochoterena (1966) beschrieb diese Funde, die aus dem Callovium stammen, als *Infrapatoceras biserratum* nov. gen. nov. sp.

Argentinien

Aus dem Untercallovium von Chacay Melelmé (Neuquen) beschrieb Stehn (1923, Taf. 2, Fig. 5, S. 73) *Ancyloceras calloviense.* Nach der Abbildung handelt es sich um *Parapatoceras tuberculatum* rev.

Chile

Neueste stratigraphische Untersuchungen im Jura der Hochkordillere von Chile durch v. Hillebrandt (1970 u. 1973) erbrachten eine reiche Ausbeute an Spiroceraten und Parapatoceraten. Das teilweise gut erhaltene Material lag mir zur Bearbeitung vor. A. v. Hillebrandt (1973, 173) konnte im oberen Bajocium der Cordillera Domeyko zwei altersmäßig verschiedene Faunenzonen unterscheiden. Die tieferen Schichten führen *Teloceras* cf. *multinodum, Stephanoceras* cf. *vigorosum,* „*Cadomites*" *dunkeri, Megasphaeroceras* cf. *rotundum* und *Spiroceras orbignyi.* Eine solche Stephanoceraten-Fauna hat Westermann (1967) von Caracoles in Nordchile beschrieben und ebenfalls in das obere Bajocium gestellt.

Aus dem oberen Dogger, Grenzbereich Bathonium/Callovium, beschreibt v. Hillebrandt (1973, 174) ebenfalls ammonitenreiche Fossilhorizonte. Er unterscheidet in diesem Niveau 3—4 Horizonte. Im tieferen Teil treten *Epistrenoceras paracontrarium, Bomburites* cf. *laurenti, Macrocephalites, Prohecticoceras* cf. *retrocostatum, Oxycerites, Choffatia* sowie *Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tenue* auf. Im obersten Fossilhorizont findet sich neben *Choffatia jupiter* und weiteren Macrocephaliten selten noch *Parapatoceras distans.* Die Fossilhorizonte mit *Epistrenoceras* gehören mit Sicherheit dem oberen Bathonium an, während die Schichten mit *Choffatia jupiter* schon dem untersten Callovium angehören dürften.

2.5. Übersicht

Diese Angaben und die eigenen Untersuchungen ergeben die in Abb. 3 für jede Art der Dogger-Heteromorphen dargestellte maximale stratigraphische Reichweite in Europa. Über die jeweilige lokale stratigraphische Verbreitung der in der Literatur bekannt gewordenen Dogger-Heteromorphen gibt das vorangehende Kapitel Auskunft.

Die Dogger-Heteromorphen treten mit der Gattung *Spiroceras* erstmals in der *subfurcatum*-Zone, *baculata*-Subzone, auf. Sie setzen dabei anscheinend etwas später als die Gattung *Strenoceras* ein (Pavia 1973; Hinkelbein 1975). Die Obergrenze ihrer Verbreitung liegt im tieferen Teil der *parkinsoni*-Zone, und zwar in der *acris*-Subzone. Sichere Hinweise auf Spiroceraten oder andere Dogger-Heteromorphe aus dem unteren oder mittleren Bathonium fehlen. Erst im oberen Bathonium, *retrocostatum*-Zone, treten erneut aberrante Ammoniten auf. Es handelt sich um Vertreter der Gattung *Parapatoceras.* Sie reichen mit einer Art, *Parapatoceras tuberculatum,* bis in die *calloviense*-Zone des Callovium. Die Gattung *Paracuariceras* kommt dagegen nur im Callovium vor. Sie setzt in der *macrocephalus*-Zone ein und erlischt in der *jason*-Zone. Die kürzeste stratigraphische Reichweite weist die Heteromorphen-Gattung *Acuariceras* auf, die nur in der *jason*-Zone vorkommt. Die Dogger-Heteromorphen erreichen nicht die Grenze Dogger/Malm. Somit fehlen also im Oxfordium wie im Kimmeridge aberrante Ammoniten. Erst im Tithon setzen sie erneut mit völlig neuen Formen ein.

Einige wichtige heteromorphenführende Profile des Oberbajocium sind in der Abb. 2 dargestellt.

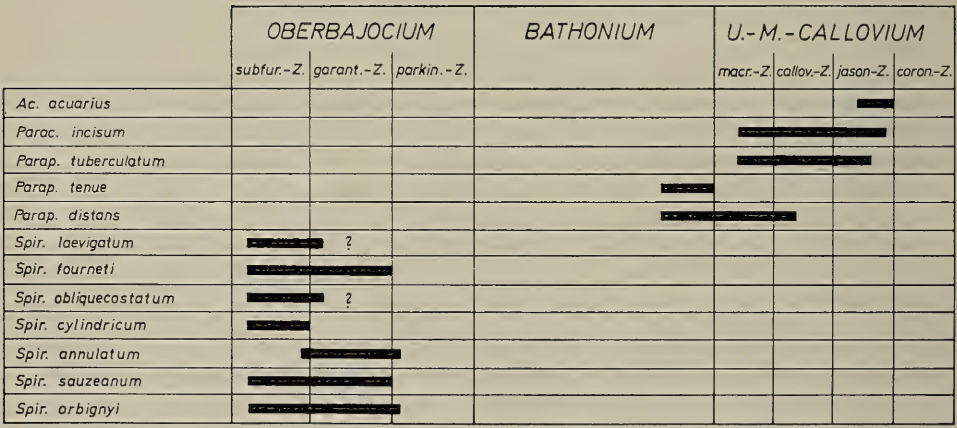


Abb. 3. Maximale stratigraphische Reichweite der wichtigsten Arten der Dogger-Heteromorphen in Europa.

Fig. 3. Maximum stratigraphic range of the most important species of the Dogger heteromorphs in Europe.

3. Morphologie

Die Dogger-Heteromorphen unterscheiden sich in Form, Größe und Proportionen oft sehr erheblich. Das größte gemessene Gehäusefragment weist eine Windungshöhe von 36 mm auf. Es gehört zu einem wahrscheinlich ausgewachsenen *Spiroceras orbignyi,* das v. HILLEBRANDT in Chile aufgesammelt hat. Die europäischen Funde weisen keine so dicken Gehäuseteile auf und erreichen höchstens eine Windungshöhe um 25 mm. Die kleinsten ausgewachsenen Exemplare gehören zur Gattung *Acuariceras* mit einem Röhrendurchmesser von höchstens 3 mm. Da häufig nur Gehäusefragmente vorliegen, und die entrollte Spirale in ihrer Gestalt variiert, erscheint es wenig sinnvoll, bei den aberranten Ammoniten des Dogger einen Durchmesser des Gesamtgehäuses angeben zu wollen, wie man es üblicherweise bei den normal aufgerollten Ammoniten praktiziert. Als Maßstab für den Größenvergleich dient die Windungshöhe (Höhe der Gehäuseröhre).

Als großwüchsig (größte Windungshöhe über 15 mm) können folgende Vertreter der Gattung *Spiroceras* bezeichnet werden: *Spiroceras fourneti, Spiroceras sauzeanum, Spiroceras laevigatum, Spiroceras annulatum* und *Spiroceras orbignyi.* Als mittelgroß (Windungshöhe 5—15 mm) sind *Spiroceras cylindricum, Parapatoceras tuberculatum, Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tenue* zu bezeichnen. *Paracuariceras incisum* und *Acuariceras acuarius* sind mit einem Röhrendurchmesser von unter 5 mm kleinwüchsige Vertreter der Dogger-Heteromorphen. Da neben dem Gesamtgehäuse-Durchmesser auch die Nabelweite als Charakterisierung der Gehäuseform nicht angegeben werden kann — die Gründe wurden schon oben aufgeführt — fehlen natürlich die wesentlichen Daten, die zu einer Analyse der Gehäusevariabilität nach variationsstatistischen Methoden gebraucht werden. So muß eine ausführliche zeichnerische und fotografische Wiedergabe die Variabilität dokumentieren.

3.1. Gehäusespirale

Die Dogger-Heteromorphen lassen sich, auch wenn nur Fragmente vorliegen, ohne Schwierigkeit von den normal aufgerollten Ammoniten unterscheiden. Ihr Gehäuse verläuft entweder in Gestalt einer offenen Spirale, eines Stabes, oder einer Kombination von beiden. Nur der embryonale Gehäuseteil ist über etwa 1½ Umgänge normal ammonitisch aufgerollt (Abb. 4 u. Taf. 9, Fig. 1). Da auf den entrollten

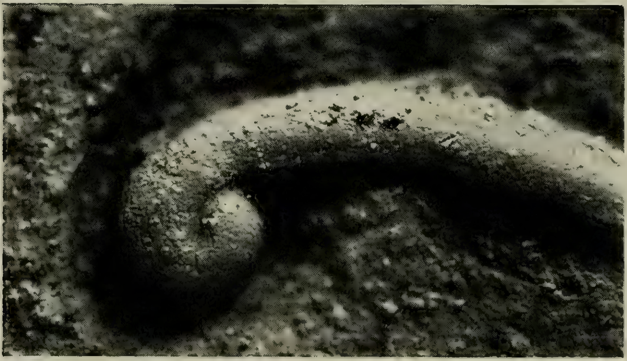


Abb. 4. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ), embryonaler Gehäuseteil. Im kugeligen Anfangsteil sind etwa 1½ Umgänge aufgerollt.
Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen Ce 1482/7.—x 25.

Fig. 4. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ), embryonic part of the shell. The spherical part at the beginning is formed by about 1½ whorls.

Gehäuseteilen die konkave Innenwindungszone fehlt, ist der Querschnitt der Gehäuseröhre kreisförmig bis oval.

Die Entrollung der Dogger-Heteromorphen scheint auf den ersten Blick recht kompliziert und uneinheitlich zu sein. Nach RAUP (1966) und RAUP & STANLEY (1971) entziehen sich die heteromorphen Ammoniten einer genauen mathematischen Beschreibung ihrer Wachstumskurven. Im Gegensatz zu den leicht beschreibbaren Gastropoden, deren innerste Windung das Zentrum der Aufrollungsachse ist, liegt die Embryonalwindung der entrollten Ammoniten nur in den wenigsten Fällen im Zentrum dieser Achse. Die Achse liegt häufig schief oder hat Knicke. Die Computer-Modelle mit helicoider Gestalt (RAUP & STANLEY 1971, Abb. 7—8) sind unter den Dogger-Heteromorphen jedoch vereinzelt zu finden. Das Spektrum der bei den aberranten Dogger-Ammoniten auftretenden Spiralformen ist in den Beispielen der Abb. 5 u. 6 dargestellt. Ausgehend von einer planspiralen Normalform (Abb. 5a), die dem Häufigkeitsmaximum entspricht, genügen 2 Parameter, um die verschiedenen Entrollungsarten zu beschreiben:

1. Entrollung in der Windungsebene: Sie kann entweder nur die Innenwindung (Abb. 5b) oder die Adultwindung (Abb. 5c) betreffen. Eine Kombination von b und c (Abb. 5) ergibt von der Jugend- bis zur Alterswindung stabförmig gestreckte Gehäuse (Abb. 5d). Diese Form ist ebenfalls realisiert *(Spiroceras sauzeanum, Spiroceras laevigatum).* Hat man von stabförmigen Dogger-Heteromorphen einmal längere Stücke, erkennt man aber immer noch eine leichte Einkrümmung der Röhre (zum Beispiel Taf. 4, Fig. 2).

2. Entrollung ± senkrecht zur Windungsebene: Sie führt zu Raumspiralen (Abb. 5e—g u. Abb. 6b—e), also zu helicoiden Gehäusen, und im Extremfall ebenfalls zu stabförmigen Gehäuseröhren, diesmal aber mit gedrehter Skulptur (Abb. 5h u. Abb. 6f).

Mehr theoretische Bedeutung besitzt das Ergebnis einer Kombination beider Entrollungsarten. In dieser Kombination bestimmt die erstgenannte Entrollungsart den Abstand der Umgänge von der Windungsachse, die zweite den von „der" Windungsebene. Bei einer Raumspirale wird die Lage im Raum durch die beiden genannten Entrollungsarten bestimmt. Alle Übergänge von einer engen bis zu einer weiten Raumspirale wären also denkbar. Bei den Dogger-Heteromorphen sicher nachzuweisen ist nur eine Spirale der Kombination b/f (Abb. 5). Die anderen Kombinationen wären am Objekt kaum erkennbar. Ein stabförmig gestreckter Heteromorpher mit gedrehter Skulptur, zum Beispiel entstanden aus der Kombination von c und h (Abb. 5), müßte eine weniger eng gedrehte Skulptur zeigen. Um diesen Fall zu erkennen, müßte man aber sehr lange oder vollständige Individuen besitzen, die aber aus Gründen der Fragilität solcher Gehäuse kaum überliefert sind.

Die Art der Darstellung in Abb. 5 läßt unberücksichtigt, daß bei den aberranten Ammoniten des Dogger Knicke in beiden Entrollungsarten vorkommen können. Sehr unregelmäßig in der Windungsebene entrollt ist zum Beispiel die Jugendwindung von *Spiroceras annulatum* (Taf. 7, Fig. 2). Ebenso sind in Abb. 5 hakenförmige Umbiegungen am Ende einer geraden Alterswohnkammer unberücksichtigt, wie sie ebenfalls bei *Spiroceras annulatum* vorkommen (Taf. 6, Fig. 1 u. 2).

Die Raumspiralen e—h (Abb. 5) erfordern eine Entrollung mehr oder weniger senkrecht zur Windungsebene. Außerdem kommen bei den Dogger-Heteromorphen auch schräge Entrollungsachsen vor.

Das Spektrum der verschiedenen Spiralformen wird von einigen Spiroceraten fast voll ausgeschöpft. So variiert zum Beispiel die Gehäusespirale von *Spiroceras orbignyi* und wahrscheinlich auch die von *Spiroceras fourneti* innerhalb von a—g der Abb. 5. Von *Spiroceras obliquecostatum* kennt man nur eine Gestalt entsprechend der Innenwindung Abb. 7b. *Spiroceras cylindricum* ist bisher nur als Typ der Abb. 5a

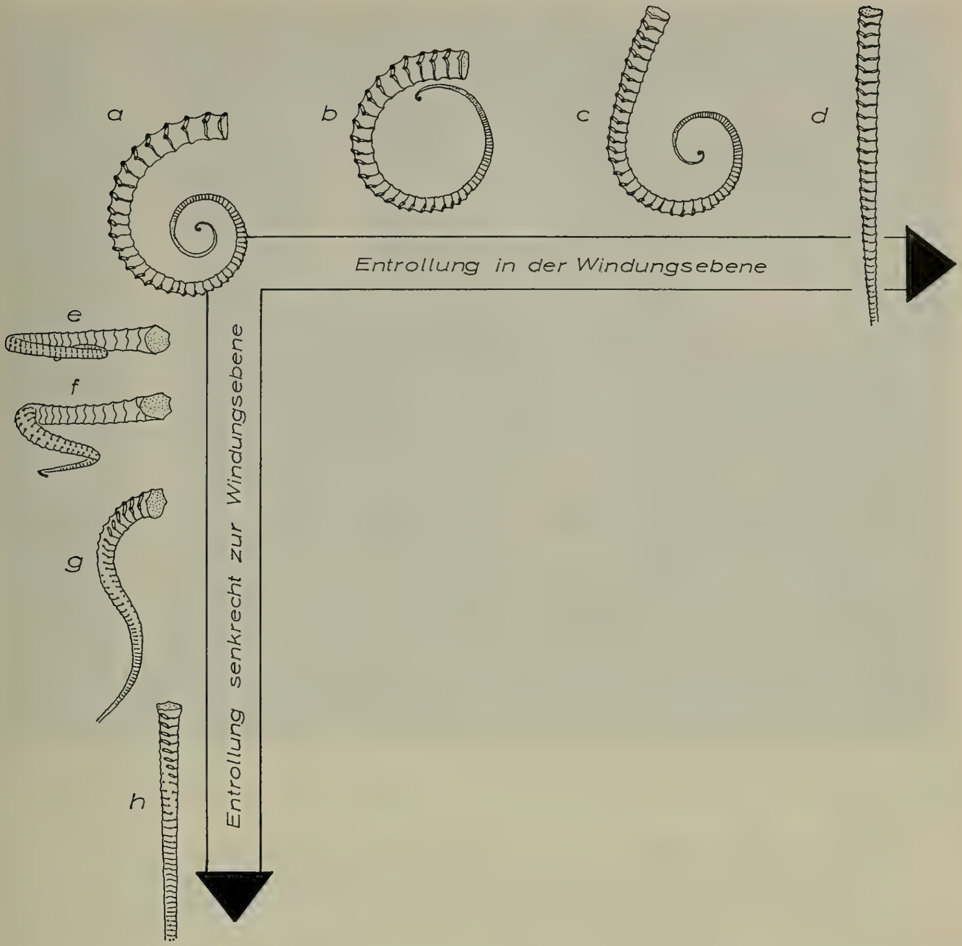

a
b
c
d
Entrollung in der Windungsebene
e
f
g
h
Entrollung senkrecht zur Windungsebene

Abb. 5. Es genügen 2 Parameter (Entrollung in der Windungsebene und Entrollung senkrecht zur Windungsebene), um die wesentlichen Entrollungsarten bei den Dogger-Heteromorphen zu beschreiben.

Fig. 5. Only two parameters (uncoiling in the coiling plain and uncoiling vertical to the coiling plain) are necessary to describe the most important types of uncoiling among the Dogger heteromorphs.

bekannt. *Spiroceras sauzeanum,* wahrscheinlich auch *Spiroceras laevigatum,* entsprechen Abb. 5d. Bei *Spiroceras annulatum* ist der Vergleich nicht so eindeutig, da Knicke in der Entrollungsspirale relativ häufig sind, dennoch ist ein Vergleich mit den Entrollungsmodi Abb. 5a—h möglich. Der Typ des stabförmigen Gehäuses mit gedrehter Skulptur (Abb. 5h, Abb. 6f) gehört ebenfalls zu dieser Art. In der Darstellung (Abb. 5) nicht berücksichtigt ist eine so geringe Entrollung, wie sie die Jugendwindung bei einigen Exemplaren der Art *Spiroceras annulatum* zeigt (Taf. 7, Fig. 2—4).

Die Gehäusespirale von *Parapatoceras, Paracuariceras* und *Acuariceras* variiert gering oder überhaupt nicht. Nur *Parapatoceras distans* variiert seine Spirale, bleibt aber innerhalb des Entrollungstyps der Abb. 5a.

Vollständige, von der Embryonalwindung bis zur Altersmündung erhaltene Gehäuse von Dogger-Heteromorphen sind bisher nicht gefunden worden. Vollständige

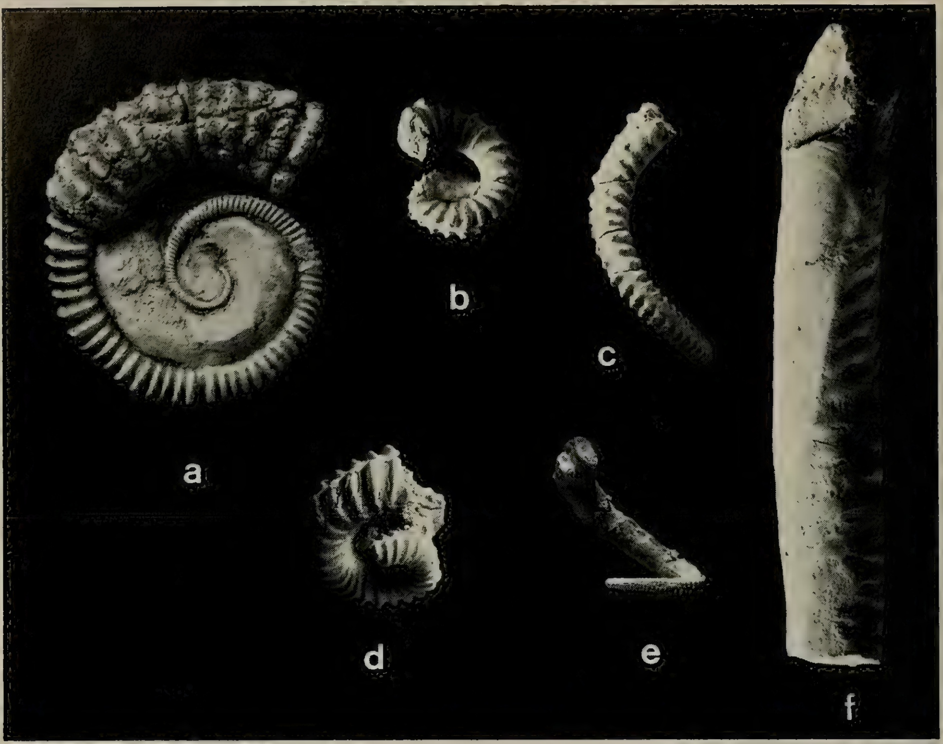


Abb. 6. Beispiele verschiedener Spiralen, insbesondere von Raumspiralen, bei den Dogger-Heteromorphen.

a. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ), Jugendwindung in Form einer Planspirale.
Original zu QUENSTEDT 1856, Taf. 55, Fig. 2, und 1887, Taf. 70, Fig. 42; Oberbajocium, Eningen unter Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

b. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ), Jugendwindung in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist senkrecht zur Windungsebene nur leicht entrollt.
Oberbajocium, Eningen unter Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen Ce 1482/8. — x 1.

c. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ), Fragment in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist senkrecht zur Windungsebene stark entrollt.
Original zu QUENSTEDT 1856, Taf. 55, Fig. 10; Oberbajocium, Eningen unter Achalm; Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

d. *Spiroceras* cf. *annulatum* (DESHAYES), Innenwindung in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist senkrecht zur Windungsebene nur leicht entrollt.
Oberbajocium, Sully bei Bayeux (Calvados)/Frankreich; École des Mines, Paris. — x 2.

e. *Spiroceras fourneti* ROMAN & PÉTOURAUD, Innenwindung in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist teilweise senkrecht zur Windungsebene stark entrollt.
Oberbajocium, Mont d'Or (Ciret)/Lyon, Frankreich. École des Mines, Paris. — x 1.

f. *Spiroceras annulatum* (DESHAYES), Adultwindung in Form einer Raumspirale. Das Gehäuse ist senkrecht zur Windungsebene so stark entrollt, daß es eine stabförmige Gestalt mit gedrehter Skulptur besitzt.
Oberbajocium (*garantiana*-Z.), Aldea del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien; Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22964. — x 1.

Fig. 6. Examples for different spirals, especially for three-dimensional spirals of the Dogger heteromorphs.

a. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ), juvenile planispiral whorl.

b. *Spiroceras orbignyi*, juvenile three-dimensional whorl. The shell is only slightly uncoiled vertical to the coiling plain.

Jugendstadien kennt man nur wenige (z. B. Taf. 1, Fig. 2; Taf. 7, Fig. 2—4; Taf. 9, Fig. 1). Vollständige Adultmündungen werden auf S. 27 beschrieben. Das Gesamtbild des ausgewachsenen Tieres muß aus den Teilstücken der bekannten Wachstumsstadien rekonstruiert werden. Auf diese Weise wird auch ein Größenvergleich zwischen den einzelnen Arten möglich.

In der Privatsammlung F. BEMMERER, Stuttgart, entdeckte ich nach Abschluß dieses Manuskripts ein vollständiges Exemplar von *Spiroceras annulatum* von Bayeux (Calvados, Frankreich). Dieses Stück bestätigt meine Rekonstruktion der Gehäusespirale (Siehe Abb. 7c).

3.2. Skulptur

Die Skulptur der Dogger-Heteromorphen ist sehr variabel. Ein Teil der Formen ist fast skulpturlos glatt *(Spiroceras laevigatum* Taf. 7, Fig. 7—9); andere, wie *Paracuaricaras incisum* (Taf. 9, Fig. 6) und *Acuariceras acuarius* (Taf. 9, Fig. 7—9) zeigen noch Spuren einer Skulptur, wie zum Beispiel Andeutungen von Rippen. Im Gegensatz zu den normal aufgerollten Dogger-Ammoniten (Ausnahme: *Tmetoceras, Lytoceras, Bajocia* und einige Strenoceraten) sind die Rippen stets einfach, d. h. sie gabeln oder spalten sich niemals.

Auf der Externseite werden die Rippen bei den meisten Arten der Dogger-Heteromorphen durch ein Ventralband unterbrochen. Eine Ausnahme bildet hier *Spiroceras cylindricum,* zumindest auf den äußeren Umgängen. Das Ventralband fehlt hier vollkommen oder ist nur noch durch eine Rippenabschwächung angedeutet (Taf. 3, Fig. 4,5). Die innersten Windungen sind bei dieser Art nicht bekannt und könnten möglicherweise ein deutliches Ventralband aufweisen. Bei *Spiroceras annulatum* liegen die Verhältnisse ähnlich. Auf den Innenwindungen ist ein deutliches Ventralband ausgebildet, während es auf der Alterswohnkammer nur noch schwach zu erkennen ist (Taf. 6, Fig. 2). Die Rippen queren die Internseite stets leicht abgeschwächt.

Das auffallendste Skulpturmerkmal bei den Dogger-Heteromorphen sind die Knoten oder Stacheln; aber nicht alle Arten *(Spiroceras annulatum, Spiroceras cylindricum, Spiroceras obliquecostatum, Parapatoceras tenue)* zeigen Knoten. Bei den knotentragenden Formen besitzt jede Rippe jeweils 2 Knoten, wovon der auf der Externseite liegende in der Regel kräftiger ausgebildet ist. Meistens sind aber diese Knoten nur die Reste von Hohlstacheln, wie bei *Spiroceras orbignyi* (Taf. 1, Fig. 3) und *Parapatoceras distans* (Taf. 11, Fig. 4). Bei *Spiroceras fourneti* erheben sich die Rippen, die Knoten tragen, zu kragenartigen Bildungen. Vielleicht handelt es sich hier um ehemalige Mundränder. Kragenartig versteifte Rippen sind auch bei *Spiroceras orbignyi* (Taf. 1, Fig. 5) zu beobachten, und zwar meistens bei Exemplaren mit unregelmäßiger Skulptur. Das Skulpturbild dieser Art kann sich schon auf den Innenwindungen andeuten (Taf. 1, Fig. 2a) und sieht dann folgendermaßen aus: „Kragen-Rippen“ wechseln unregelmäßig mit normal beknoteten und unbeknoteten Rippen ab. Ein plötzlicher Wechsel beim gleichen Individuum in eine regelmäßige „*orbignyi*-Skulptur“ beendet dann häufig solche Unregelmäßigkeiten und zeigt, daß

---

c. *Spiroceras orbignyi,* three-dimensional fragment. The shell is strongly uncoiled vertical to the coiling plain.

d. *Spiroceras* cf. *annulatum* (DESHAYES), three-dimensional inner whorl. The shell is only slightly uncoiled vertical to the coiling plain.

e. *Spiroceras fourneti* ROMAN & PÉTOURAUD, three-dimensional inner whorl. The shell is partly strongly uncoiled vertical to the coiling plain.

f. *Spiroceras annulatum* (DESHAYES), three-dimensional adult whorl. The shell is strongly uncoiled vertical to the coiling plain showing a straight form with a twisted sculpture.

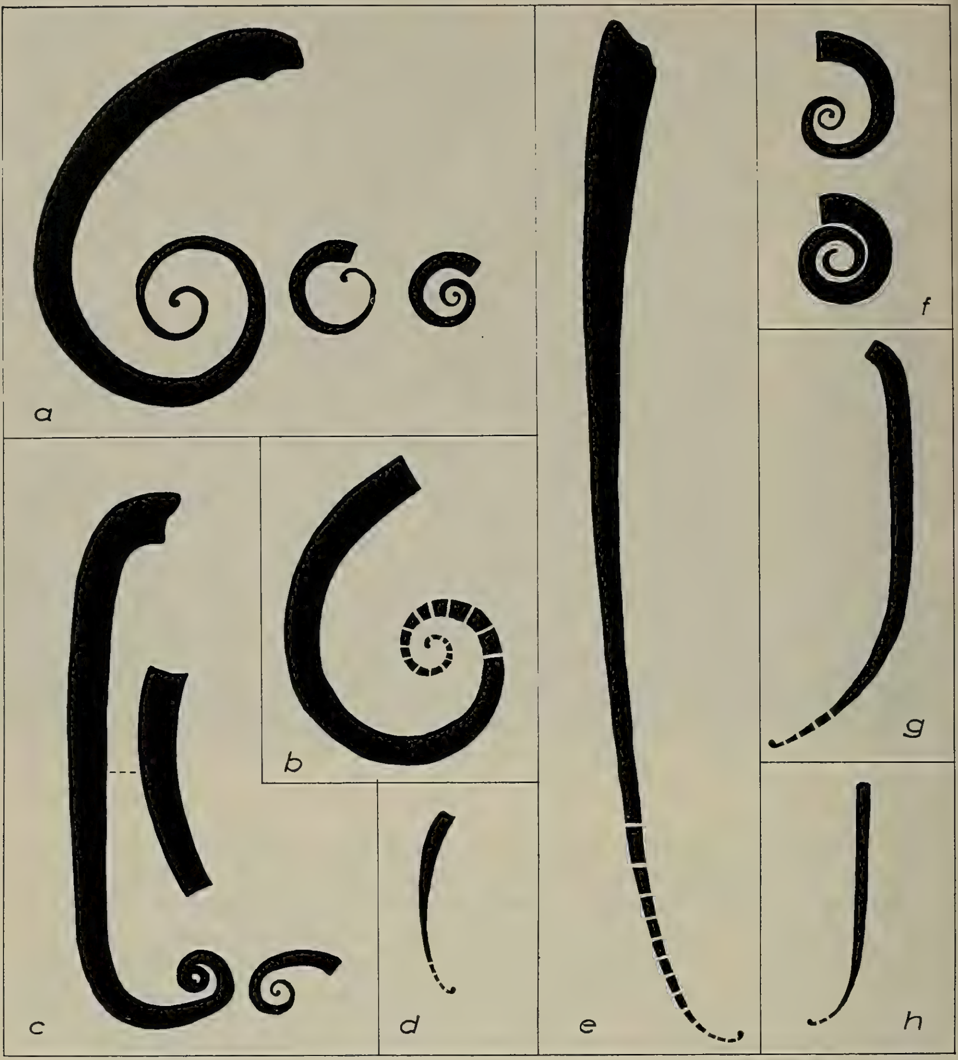


Abb. 7. Rekonstruktion der Gehäusespiralen.

a. *Spiroceras orbignyi* und *Spiroceras fourneti*; besonders die Spirale der Innenwindung (2 Beispiele rechts daneben) kann sehr variabel sein.
b. *Spiroceras cylindricum.*
c. *Spiroceras annulatum*; die Innen- wie die Außenwindungsspirale ist variabel (Beispiele jeweils rechts daneben).
d. *Spiroceras obliquecostatum.*
e. *Spiroceras sauzeanum* und *Spiroceras laevigatum.*
f. *Parapatoceras distans*; die Gehäusespirale kann innerhalb der zwei dargestellten Extremformen variieren.
g. *Parapatoceras tuberculatum* und *Parapatoceras tenue.*
h. *Paracuariceras incisum* und *Acuariceras acuarius.*

Die Rekonstruktionen basieren zum großen Teil auf theoretisch zusammengefügten Teilstücken entsprechender Wachstumsstadien. Wo die Gehäusespirale unterbrochen gezeichnet ist, ist der Verlauf nur vermutet. Die bei a und c möglichen Raumspiralen wurden hier nicht dargestellt. — Alle Figuren x $^1/_2$.

solche Formen nur Varianten der Art *Spiroceras orbignyi* sein können. Exemplare mit unregelmäßiger Skulptur und Kragenrippen treten auch bei *Parapatoceras distans* auf.

3.3. Altersmerkmale

Mit Mundsaum erhaltene Dogger-Heteromorphe sind ausgesprochen selten. So kennt man nur von zwei Arten die vollständige Altersmündung, und auch hier nur bei wenigen Exemplaren. Ooster (1860, Taf. 30, Fig. 4 u. 5) bildet eine solche von *Spiroceras sauzeanum* ab. Nach seiner Darstellung endet das Gehäuse mit einer zungenförmigen Verlängerung auf der Ventralseite. Von dieser zieht sich der Mundrand unter Andeutung von sogenannten Ohren schräg nach dorsal zurück. Ehe es bei *Spiroceras sauzeanum* zur Ausbildung der Altersmündung kommt, ändert sich die Skulptur über eine längere Gehäusestrecke allmählich. Die ursprünglich knotentragenden Rippen werden feiner, rücken dichter zusammen und verlieren ihre Knoten. Die Abstände zwischen den einzelnen Rippen können in diesem Gehäuseteil unregelmäßig sein.

Die andere Art mit erhaltener Altersmündung ist *Spiroceras annulatum* (Taf. 6, Fig. 1). Hier tritt ein leicht schräg verlaufender, wulstartig verstärkter Mundrand auf. Der ventrale Teil des Mundrandes ist am kräftigsten verstärkt. Wie überhaupt bei allen Dogger-Heteromorphen geht auch hier der Altersmündung ein allmählicher Skulpturwechsel voraus. Die ursprünglich regelmäßigen, dicht stehenden Rippen schwächen sich unterschiedlich stark ab. Die Berippung wirkt auf der Alterswohnkammer sehr uneinheitlich. Das Ventralband hat sich in diesem Stadium zurückgebildet. Bei Phasen des Wachstumsstillstandes konnten auch jugendliche Tiere deutliche Mundränder ausbilden. So zeigt ein spanischer Fund von *Spiroceras annulatum* (Dietl 1974, Taf. 1, Fig. 3) eine trompetenförmige Erweiterung der Gehäuseöffnung. Die Ränder sind nach innen leicht eingebogen. Eine wulstartige Versteifung ist nicht erkennbar. Beim Weiterwachsen konnten solche Mündungsformen anscheinend vollständig resorbiert werden.

Einen Skulpturwechsel auf der Alterswohnkammer zeigen auch die Parapatoceraten. Bei *Parapatoceras tuberculatum* wie bei *Parapatoceras distans* werden im Adultstadium die Knoten abgebaut. Die Berippung wird außerdem leicht unregelmäßig, besonders bei *Parapatoceras distans.*

Wie bei den normal aufgerollten Ammoniten, tritt auch bei den Dogger-Heteromorphen als Altersmerkmal oft eine leichte Lobendrängung auf.

Fig. 7. Reconstruction of shell spirals.
- a. *Spiroceras orbignyi* and *Spiroceras fourneti*; especially the spiral of the inner whorl can be very variable (the two small figures on the right).
- b. *Spiroceras cylindricum.*
- c. *Spiroceras annulatum*; the spiral of the inner and the outer whorl is variable (the two examples on the right).
- d. *Spiroceras obliquecostatum.*
- e. *Spiroceras sauzeanum* and *Spiroceras laevigatum.*
- f. *Parapatoceras distans*; the two figures show the extremes of the variation.
- g. *Parapatoceras tuberculatum* and *Parapatoceras tenue.*
- h. *Paracuariceras incisum* and *Acuariceras acuarius.*

The figures are reconstructed from various specimens representing different ontogenetic stages of development. Assumed connections in dotted lines.

3.4. Schalenwachstum

Die Gehäusespirale der normal aufgerollten Ammoniten kommt dadurch zustande, daß asymmetrisch neue Schalensubstanz im Gebiet des vorderen und hinteren Mantelrandes erzeugt wird (KAESTNER 1969). Dementsprechend verlaufen die Anwachslinien der Schale schräg zur Mündung hin, da an der Externseite des Gehäuses mehr Schalensubstanz angesetzt wird als intern. Anscheinend war es für das Ammoniten-Tier kein bautechnisches Problem, den Schalenzuwachs im Gebiet des vorderen und des hinteren Mantelrandes zu variieren, wie die entrollten Gehäuse der Heteromorphen beweisen. Um von einer Normalspirale zu einem stabförmigen Gehäuse zu gelangen, mußte zum Beispiel nur im Bereich des vorderen Mantelrandes in der gleichen Zeit weniger Schalensubstanz erzeugt werden. Der gleiche Effekt wäre auch dann erreicht worden, wenn sich im Gebiet des hinteren Mantelrandes (Dorsalseite) die Schalenzuwachsmenge in der gleichen Zeit vergrößert hätte.

Schon geringste Unterschiede im Schalenzuwachs zwischen den Mantelrändern erzeugen ein gekrümmtes Gehäuse. Wie ein Schalenexemplar von *Spiroceras orbignyi* aus den Tonen des Oberbajocium von Bethel bei Bielefeld zeigt (die Schale ist umkristallisiert), verlaufen bei stabförmig gestreckten Gehäuseteilen die Anwachslinien gerade, also senkrecht zur Gehäuseachse.

3.5. Phragmokon, Septum, Suturen

Im Bereich der aufgerollten Embryonalwindung ist die Lobenlinie der Dogger-Heteromorphen noch normal ammonitisch ausgebildet. Sie ist also in diesem Stadium quinquelobat (SCHINDEWOLF 1961, Abb. 45). Erst mit dem Beginn der Entrollung wird der Laterallobus zurückgebildet und der daneben liegende U_2 nun in der Regel größer als der L. Die Zahl der Loben hat sich aber insgesamt nicht geändert. Die Sutur des ausgewachsenen Tieres umfaßt immer noch 5 Loben (E L U_2 U_1 I) im Gegensatz zu den meisten normal aufgerollten Ammoniten (Ausnahme: *Lytoceras),* die in diesem Stadium eine Lobenlinie mit meistens 6 und mehr Loben aufweisen. Die normal aufgerollten Ammoniten und die heteromorphen Ammoniten des Dogger unterscheiden sich also in der Primärsutur nicht. Sie ist bei beiden quinquelobat ausgebildet. Die Kreide-Heteromorphen dagegen weisen eine quadrilobate Primärsutur (E L U I) auf. Diese Lobenzahl verändert sich im Verlauf des Wachstums nicht, so daß die Adultsutur ebenfalls quadrilobat ist. Da es in der Kreide aberrante Ammoniten gibt, die denen des Jura, insbesondere bei gleicher Erhaltung, sehr ähnlich sehen, hilft oft allein die Lobenlinie, um zu entscheiden, ob der vorliegende Heteromorphe in den Jura oder in die Kreide gehört.

Die Gattungen *Spiroceras, Paracuariceras* und *Acuariceras* unterscheiden sich durch ihre Lobenlinie deutlich. Bei *Spiroceras* ist die Lobenlinie stark zerschlitzt (Abb. 11). Bei *Parapatoceras* ist sie bei entsprechender Windungshöhe weniger zerschlitzt, und außerdem ist der L relativ groß ausgebildet (Abb. 13a—d). *Paracuariceras* besitzt eine Lobenlinie, die mit der von *Parapatoceras* identisch ist. Bei *Acuariceras* sind die Sättel völlig unzerschlitzt und der U_1 nicht mehr ausgebildet (Abb. 13e). Weitere Einzelheiten zur Lobenlinie der Dogger-Heteromorphen werden auf S. 46 u. 54 behandelt.

Wie bei den Kreide-Heteromorphen, so wandelt sich die Lobenlinie auch bei den Dogger-Heteromorphen entsprechend der Gehäusegeometrie ab. Nach WESTERMANN (1965, Fig. 1) ordnen sich die Loben so, daß eine radial-symmetrische Abstützung des entrollten Gehäuses zustande kommt. So hat schon WESTERMANN für die Jura-Gattung *Spiroceras* eine vierstrahlige Anordnung der Septalfalten beschrieben. Wie Abb. 8 (*Spiroceras*) zeigt, sind E, U_2 und I als sogenannte Hauptloben etwa gleich groß ausgebildet und radial-symmetrisch angeordnet. Eine sechsstrahlige

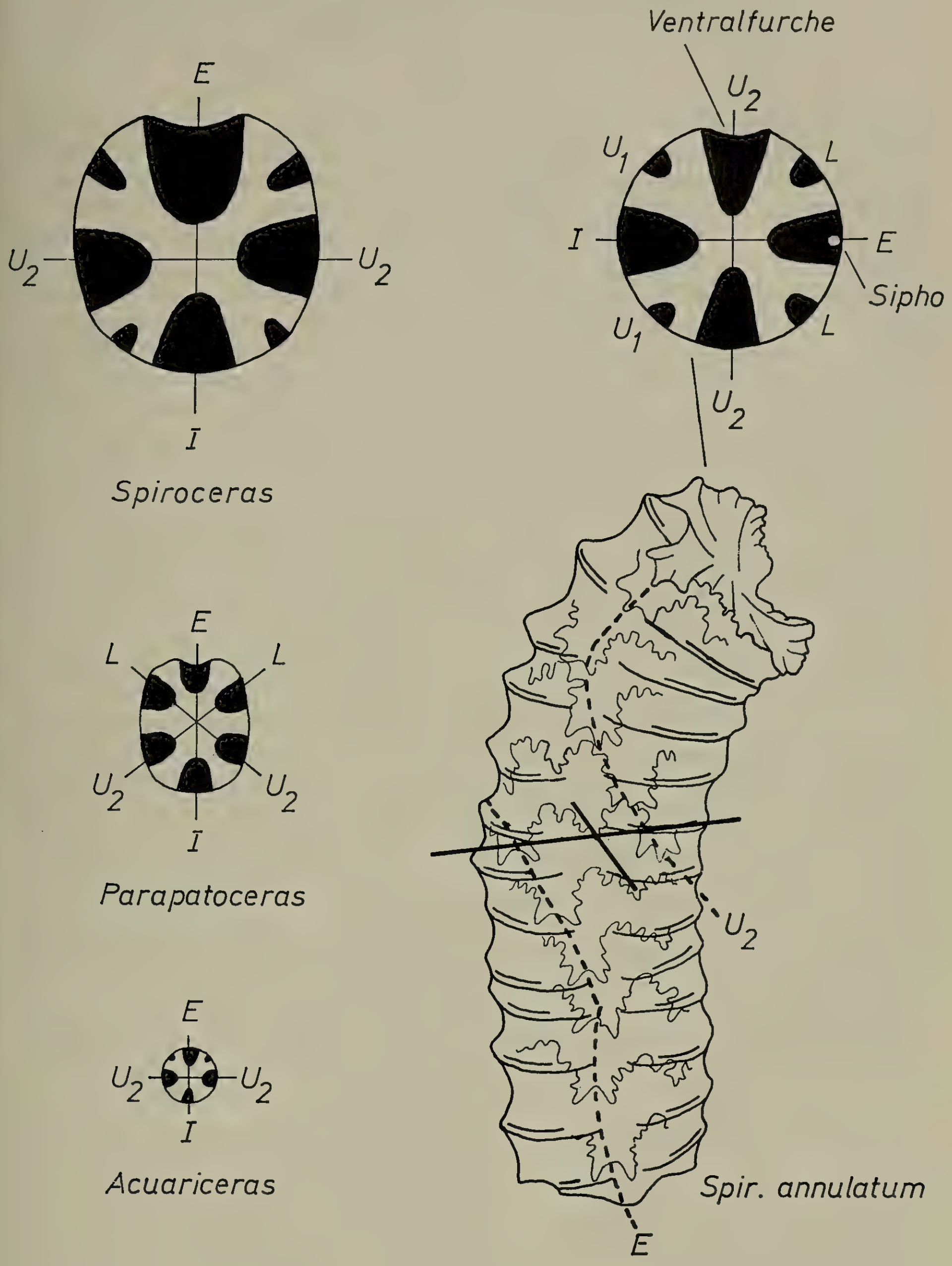

E
U2
U2
I
Spiroceras
E
L
L
U2
U2
I
Parapatoceras
E
U2
U2
I
Acuariceras
Ventralfurche
U2
U1
L
I
E
Sipho
U1
L
U2
U2
Spir. annulatum
E

Abb. 8. Anordnung der Septalfalten (*Spiroceras, Parapatoceras, Acuariceras*) und Lobenverschiebung an einem in einer Raumspirale entrollten Heteromorphen (*Spir. annulatum*).

Fig. 8. Septal diagrams (*Spiroceras, Parapatoceras, Acuariceras*) and dislocation of lobes of a three dimensional uncoiled heteromorph (*Spir. annulatum*).

Septalfaltenkonfiguration scheint somit nur im noch aufgerollten Embryonalstadium möglich, wo die Lobenlinie mit etwa gleichgroßen Haupt-Loben E, L, U_1 und I noch normal-ammonitisch ist. Bei Vertretern der Dogger-Heteromorphen *Parapatoceras* und *Paracuariceras* jedoch ist eine sechsstrahlige Anordnung der Septalfalten bis ins Adultstadium ausgebildet (Abb. 8, *Parapatoceras*). Dies kommt daher, daß die Alterslobenlinie dieser Formen — im Gegensatz zu der von *Spiroceras* — einen mit dem U_2 gleich oder annähernd gleich großen L aufweist. Die sogenannten Hauptloben bei *Parapatoceras* und *Paracuariceras* sind also der E, L, U_2 und I. Bei der Dogger-Heteromorphengattung *Acuariceras* deutet sich nur eine radial-symmetrische Anordnung an, und zwar in vierstrahliger Form (Abb. 8, *Acuariceras*).

Nach SEILACHER (1975, S. 280) gibt es eine vollkommene Radial-Symmetrie in der Anordnung der Septalfalten nur bei geradegestreckten Gehäusen. Bereits geringfügige Einkrümmungen stören die Radial-Symmetrie; bei helicoider oder trochospiraler Gehäuseform geht sogar die bilaterale Symmetrie der Lobenlinie verloren. So werden bei einer Linksschraube (*Turrilites*, nach SEILACHER 1975) die linksseitigen Loben durch die Krümmung auf einen kleineren Sektor zusammengerückt. Dadurch ändert sich die Zugrichtung, und das Septum stellt sich schräg zur Gehäuseachse. Bei sich helicoid krümmenden Gehäusen von Dogger-Heteromorphen scheinen die Verhältnisse ähnlich zu liegen. Das Beispiel eines Fragments von *Spiroceras annulatum* (Abb. 8) zeigt im oberen, dickeren Gehäuseabschnitt eine helicoide Einkrümmung. Die ersten 3 Lobenlinien am dünneren, fast geraden Ende zeigen einen nur leicht schiefen E in Normalposition. Danach ändert sich der Krümmungswinkel der Gehäuseröhre geringfügig, und das Septum stellt sich noch vor der eigentlichen Gehäusekrümmung schräg nach links. Von einem zum anderen Septum verschieben sich nun beim Vorrücken die Loben derart, daß der E jeweils einem Sattel des vorherigen Septums gegenübersteht (siehe auch SEILACHER 1975, Abb. 6: *Turrilites*). Nicht nur das Septum ist also schräg eingebaut, sondern auch seine „Faltenachse" (SEILACHER 1975, 281) liegt schief. Dieses schrittweise Versetzen der Loben hält anscheinend so lange an, bis die Hauptkrümmung erreicht ist. Dies ist an unserem Beispiel dann geschehen, wenn der U_2 den ursprünglichen Platz des E auf der Ventralfurche eingenommen hat. Bis zum Ende des Fragments hat sich diese Position nicht geändert. Es ist anzunehmen, daß in diesem Stadium der nun nicht mehr versetzt aufeinanderfolgenden Loben das Tier sein Gehäuse in gestreckter Form weitergebaut hat. Für diese Folgerung spricht auch die deutlich radial-symmetrische Anordnung der Septalfalten im jüngsten Septum — siehe Aufsicht auf die Septalfläche in Abb. 8, *Spiroceras annulatum*. Allein der U_2 behält die ihm sonst fremde Position auf der Ventralfurche. Anscheinend spielt dies aber für die Statik des Gehäuses keine Rolle, da die radial-symmetrische Anordnung durch den mit dem E gleichgroßen U_2 gewährleistet ist. Es zeigt sich also, daß mit Hilfe der Lobenkonfiguration Rückschlüsse auf den zu erwartenden Verlauf der Gehäuseröhre bei unvollständigen Stücken möglich sind, wenn auch nur für eine kurze Strecke.

Im Gegensatz zu den von SEILACHER 1975 untersuchten Turriliten, die bei ihrer Linksspirale die Loben nach rechts versetzen, zeigt unser Untersuchungsobjekt eine Rechtsspirale, bei der die Loben entsprechend nach links versetzt werden. Zudem zeigt unser Beispiel, wie sich das Einpendeln der Loben aus normaler Position (gestrecktem Gehäuseabschnitt) allmählich in die bei einer helicoiden Spirale übliche Lage abspielt. Bei *Turrilites* sind die Loben von vornherein disloziert, da das Gehäuse schon mit einer Schraubenkrümmung beginnt.

Eine leichte asymmetrische Verlagerung des E aus der Medianlinie, wie sie schon SCHINDEWOLF (1963, Taf. 6, Fig. 1, S. 124) bei *Acuariceras* beobachtet hat, kommt hin und wieder auch bei der Gattung *Spiroceras* vor. Es handelt sich hierbei nicht um die mit einer helicoiden Gehäusekrümmung einhergehende Lobenversetzung. Die Acuariceraten besitzen ein stabförmiges Gehäuse, und auch bei den normal aufgerollten Ammoniten ist eine Lobenasymmetrie dieser Art manchmal zu beobachten. SCHINDEWOLF erklärt diese Fälle mit einer Torsion des Tieres innerhalb der Gehäuseröhre.

4. Taxonomie

Die Monographien von BAUGIER & SAUZÉ (1843) und POTONIÉ (1929) sind die einzigen Arbeiten, die sich ausschließlich mit Dogger-Heteromorphen befaßt haben. In anderen Arbeiten, zum Beispiel D'ORBIGNY (1850), QUENSTEDT (1886/87), ROMAN & PÉTOURAUD (1927), wurden nur Teilgruppen oder Einzelfunde beschrieben. Bis heute wurden 17 Gattungen und 40 Arten aufgestellt, von denen ein Teil schon durch frühere Bearbeiter wieder eingezogen wurde. Wer sich näher mit den aberranten Ammoniten des Dogger beschäftigt hat, weiß, daß diese große Zahl von Gattungen und Arten eine Folge ihrer großen Variabilität und ihrer fragmentären Erhaltung ist. Während bei den normal aufgerollten Ammoniten in der Regel keine Windungsfragmente als neue Arten beschrieben wurden, war dies bei den aberranten Ammoniten des Dogger häufig der Fall. Wie mehrfach erwähnt, finden sich die entrollten Formen noch seltener in vollständiger Erhaltung als die normal aufgerollten Ammoniten. So wurden bei den Dogger-Heteromorphen Bruchstücke verschiedener Stadien bei Formen mit mehrfachem Skulpturwechsel jeweils als eigene Arten beschrieben. Die Verwirrung wurde noch größer, wenn neue Arten zusätzlich auf der sonst sehr variablen Windungsspirale basierten. Diese Problematik mußte sich natürlich in der älteren Literatur niederschlagen, wo oft bedenkenlos neue Arten aufgestellt wurden. So wurde zum Beispiel für die helicoide Innenwindung von *Spiroceras orbignyi* von BAUGIER & SAUZÉ (1843, 15) eine eigene Gattung und Art aufgestellt. Die gestreckten Windungsteile von *Spiroceras annulatum* wurden häufig der „Gattung" *Apsorroceras* zugeordnet. Es ließen sich noch zahlreiche weitere Beispiele anführen.

In der ersten Zeit der Entdeckung der aberranten Ammoniten des Dogger wurde beinahe jeder Fund als neue Art beschrieben. So haben BAUGIER & SAUZÉ (1843) schon fast alle heute noch gültigen Arten aufgestellt und dabei mehrfach ein und dieselbe Art unter verschiedenen Namen beschrieben. Ähnlich verfuhr D'ORBIGNY (1850). Einen besseren Überblick besaß QUENSTEDT (1858; 1886/87), der auf Grund eines reichen Materials von nur wenigen Fundstellen die morphologischen Zusammenhänge besser erkannte. Er orientierte sich aber leider nicht an den schon beschriebenen Arten, sondern stellte seinerseits neue auf, wenn auch in geringerer Zahl, als es seine französischen Zeitgenossen getan hatten. QUENSTEDT (1858; 1886/87) war eigentlich der erste Bearbeiter, der bei *Spiroceras* die außerordentlich große Variabilität der Gehäusegestalt und der Skulptur erkannte. Diese ist bei *Spiroceras orbignyi* besonders stark und erschwert den Vergleich mit schon beschriebenen Arten, was bei POTONIÉ (1929) besonders deutlich wurde. Da POTONIÉ die Holotypen von D'ORBIGNY, DESHAYES und BAUGIER & SAUZÉ nicht kannte und sich überwiegend auf deutsches Material stützte, ist zu verstehen, daß er seine Stücke insbesondere mit den von QUENSTEDT beschriebenen Originalen verglich. War er sich in der Zuordnung zu einer dieser Arten unsicher, so errichtete er Varietäten, die er z. T. neu (z. B. *Spiroceras bifurcatum* nov. var. *althoffi*), z. T. mit älteren französischen Artnamen (z. B. *Spiroceras bifurcatum* var. *annulatum*) benannte. Schon W. WETZEL (1937) kritisierte diese Systematik POTONIÉs.

Eine monographische Neubearbeitung einer Ammonitengruppe kann nur dann sinnvoll sein, wenn Material von möglichst vielen der bekannten Fundpunkte vorliegt, und wenn die Zahl der zu untersuchenden Exemplare sehr groß ist.

Wir wissen von der Zoologie, daß ökologische, geographische und genetische Faktoren eine Art prägen (MAYR 1967). Dieses moderne biologische Artkonzept ist in der Paläontologie aber kaum oder nur mit großen Schwierigkeiten anzuwenden. So werden in der Neozoologie nur die geographischen Rassen als Unterarten angesehen. Zwar wird auch in der Paläontologie in neuerer Zeit versucht, Unterarten allein auf geographische Rassen zu beschränken, dem steht aber noch der Gebrauch der chronologisch oder stratigraphisch begründeten Subspezies gegenüber. Die morphologische Variante wird in der Paläontologie häufig auch noch als Unterart aufgeführt. Da es beim fossilen Material in der Regel sehr schwierig oder gar aussichtslos ist, die Ursachen der Variabilität zu finden, habe ich bei den Dogger-Heteromorphen auf die Unterscheidung von Subspezies verzichtet. Das Ausmaß der Variabilität einer Art wird jeweils detailliert beschrieben oder durch Abbildungen dokumentiert. Das mir zur Verfügung stehende sehr große Material, über 2500 Exemplare, verteilte sich auf die verschiedensten Fundpunkte innerhalb und außerhalb von Europa. Daher liegen auch die unterschiedlichsten Erhaltungszustände bei ein- und derselben Art vor. Sie wurden, wo notwendig, abgebildet. Als Ergebnis dieser Revision werden im folgenden Teil 4 Gattungen und 15 Arten beschrieben, wovon 3 Arten nicht sicher nachzuweisen waren. Neue Arten wurden nicht aufgestellt.

Klasse Cephalopoda CUVIER 1975
Ordnung Ammonoidea ZITTEL 1884
Superfamilie ?Stephanocerataceae NEUMAYR 1875
Familie Parkinsoniidae BUCKMAN 1920
Subfamilie Spiroceratinae HYATT 1900

Die Gründe für die vorstehend angegebene systematische Einordnung der Spiroceratinae werden in dieser Arbeit auf S. 54 angeführt.

Genus *Spiroceras* QUENSTEDT, 1856

1856 *Spiroceras* QUENSTEDT, S. 407.
1900 *Apsorroceras* HYATT, S. 584.
Typusart: *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ 1843) [= *Hamites bifurcati* QUENST. 1846]

Diagnose: Gehäuse gewöhnlich in Form einer offenen Spirale (cyrtocon) entrollt. Die inneren Windungen können helicoid entrollt sein. Rhabdoceratide Gehäuseabschnitte sind bei einigen Arten vorhanden. Die Rippen sind einfach und können zwei Reihen von Knoten oder Stacheln tragen. Ventral sind sie durch ein schmales Band unterbrochen. Dorsal sind sie leicht abgeschwächt und verlaufen in Form eines oraden Bogens.

Verbreitung: Oberbajocium *(subfurcatum-* bis untere *parkinsoni-*Zone); Europa, Nordafrika, Vorderasien, Nord- und Südamerika.

Bemerkungen: Die Gattung *Spiroceras* umfaßt 9 Arten, wovon 2 *(Sp. baugieri* und *Sp. cyphum)* fraglich sind. Die Gattung *Apsorroceras* wird hier als jüngeres Synonym der Gattung *Spiroceras* aufgefaßt. POTONIÉ (1929, 226) und W. WETZEL (1937, 84) weisen schon auf die Schwierigkeit hin, die beiden Gattungen *Apsorroceras* und *Spiroceras* in allen Fällen sicher auseinanderzuhalten. SCHINDEWOLF (1963) ist sich dagegen wieder der Unterschiede sicher und beschreibt bei *Apsorroceras* im Gegensatz zu *Spiroceras* eine besonders große Zerschlitzung der Lobenlinie, einen tiefer greifenden U$_1$ und einen zweispitzigen I. Vergleicht man aber die Lobenlinien von *Apsorroceras* und *Spiroceras* bei gleich großen Gehäusestadien (Abb. 11), so ergeben sich keine Unterschiede. Die von SCHINDEWOLF beobachteten Merkmale kommen sowohl bei *Spiroceras* als auch bei *Apsorroceras* vor, beziehungsweise können beiden fehlen. Auch PAVIA (1973) betrachtet *Apsorroceras* als jüngeres Synonym zu *Spiroceras.*

Die Lobenentwicklung von *Spiroceras* hat schon SCHINDEWOLF (1951) eindeutig klären können. Obwohl sich in der Gehäusegestalt und auch in der Skulptur gewisse Ähnlichkeiten mit einigen Vertretern der Ancylocerataceae nicht leugnen lassen, stehen jedoch die Spiroceraten mit ihrer quinquelobaten Primärsutur ganz nah bei den normal aufgerollten Ammoniten (siehe S. 54). Morphologische Übereinstimmungen mit einigen Kreide-Heteromorphen beruhen demnach auf Konvergenz.

Die Gattung *Spiroceras* unterscheidet sich von der Gattung *Parapatoceras* insbesondere durch 3 Merkmale:

1. Bei *Spiroceras* verlaufen die Rippen auf der Internseite unter Bildung eines oraden Bogens, der bei *Parapatoceras* fehlt.
2. *Spiroceras* besitzt eine stark zerschlitzte Lobenlinie. U_1 ist immer deutlich ausgeprägt, während U_2 immer tiefer als L und somit das größte Lobenelement auf der Flanke ist. Bei *Parapatoceras* ist die Zerschlitzung viel geringer. U_1 ist stark zurückgebildet und wirkt kaum noch als eigener Lobus. Der Laterallobus ist weniger stark zurückgebildet und ist in einigen Beispielen sogar gleich tief wie U_2.
3. Im Größenwachstum liegt *Spiroceras* im Durchschnitt erheblich über *Parapatoceras* (siehe auch Abb. 7).

Spiroceras orbignyi (Baugier & Sauzé)

(Abb. 6a—c; Abb. 7a; Abb. 11d, e; Taf. 1, Fig. 1—5; Taf. 2, Fig. 1—6; Taf. 3, Fig. 1, 2; Taf. 11, Fig. 1)

v 1843 *Toxoceras Orbignyi* A. Baugier & M. Sauzé, S. 6, Taf. 1, Fig. 1—4.
v *Toxoceras aequalicostatus* A. Baugier & M. Sauzé, S. 8, Taf. 2, Fig. 4—7.
v *Toxoceras Garani* A. Baugier & M. Sauzé, S. 9, Taf. 2, Fig. 1—3.
v *Hélicoceras Teilleuxii* A. Baugier & M. Sauzé, S. 15, Taf. 3, Fig. 11—16.
v *Ancyloceras bispinatus* A. Baugier & M. Sauzé, S. 12, Taf. 3, Fig. 4—7.
1845 *Ancyloceras Waltoni* J. Morris, S. 33, Taf. 6, Fig. 5.
v 1846 *Hamites bifurcati* F. A. Quenstedt, S. 149, Taf. 11, Fig. 15.
v 1850 *Ancyloceras bispinatus* Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 578, Taf. 225, Fig. 8—11.
v *Ancyloceras subannulatus* A. d'Orbigny, S. 579, Taf. 225, Fig. 12—15.
? *Ancyloceras Agassizi* A. d'orbigny, S. 585, Taf. 228, Fig. 10—11.
Ancyloceras tuberculatus Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 587, Taf. 229, Fig. 5—8.
v *Toxoceras Orbignyi* Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 593, Taf. 231, Fig. 1—5 und Taf. 232, Fig. 1—2.
Toxoceras Baugieri A. d'Orbigny, S. 596, Taf. 233, Fig. 1—4
v *Toxoceras Garani* Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 597, Taf. 233, Fig. 5—8.
? v *Helicoceras Teilleuxii* Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 599, Taf. 234, Fig. 1—3 u. 4—6.
v 1856 *Hamites bifurcati* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 404, Taf. 55, Fig. 1—4, 6—12 u. 16.
1860 *Ancyloceras tuberculatum* d'Orb. — W. A. Ooster, S. 8, Taf. 28, Fig. 1—4 u. Taf. 29, Fig. 1—3.
v 1886/87 *Hamites bifurcati* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 579 u. 585 ff., Taf. 70, Fig. 15, 26 u. 27, 29, 30, 31 (partim), 32—44.
1886/87 *Hamites enodus* F. A. Quenstedt, S. 583, Taf. 70, Fig. 26.
1923 *Patoceras Dertusanum* P. Fallot & F. Blanchet, S. 130, Taf. 3, Fig. 11—13.
Patoceras densicostatum Quenst. — P. Fallot & F. Blanchet, S. 132, Taf. 3, Fig. 10.
? *Patoceras* cf. *obliquecostatum* Quenst. — P. Fallot & F. Blanchet, S. 133, Taf. 3, Fig. 14 u. 15.
Patoceras subannulatum d'Orb. — P. Fallot & F. Blanchet, S. 129, Taf. 7, Fig. 3—4.
Patoceras Orbignyi Baugier & Sauzé. — P. Fallot & F. Blanchet, S. 131, Taf. 3, Fig. 8 u. 9.
? *Patoceras Teilleuxii* Baugier & Sauzé. — P. Fallot & F. Blanchet, S. 134.
1923 *Toxoceras (Patoceras) Orbignyi* Baugier & Sauzé. — M. Lissajous, S. 52, Taf. 4, Fig. 3.
1924 *Spiroceras toxoconicum* S. Buckman, Taf. 492.
1925 *Spiroceras waltoni* Morris. — S. Buckman, Taf. 511.
1927 *Spiroceras bispinatum* Baugier & Sauzé. — F. Roman & Ch. Pétouraud, S. 31, Taf. 3, Fig. 13—20 u. Taf. 4, Fig. 1—13.
Spiroceras orbignyi Baugier & Sauzé. — F. Roman & Ch. Pétouraud, S. 36, Taf. 4, Fig. 14.
v 1929 *Spiroceras bifurcatum* Quenst. — R. Potonié, S. 230, 236 u. 237, Taf. 17, Fig. 4—8, 10—14, 15 (fehlt als Abbildung).
v *Spiroceras bifurcatum* var. *dertusanum* Fallot & Blanchet. — R. Potonié, S. 235, Taf. 17, Fig. 9.
Spiroceras bifurcatum var. *althoffi* nov. var. R. Potonié, S. 238, Taf. 17, Fig. 16—18.
v *Spiroceras bifurcatum* var. *annulatum* Desh. — R. Potonié, S. 240, Taf. 17, Fig. 24 u. 25.
Spiroceras bifurcatum var. *hellernensis* nov. var. R. Potonié, S. 244, Taf. 18, Fig. 26—27.
v *Spiroceras orbignyi* Baugier & Sauzé. — R. Potonié, S. 247, Taf. 18, Fig. 29—32.
Spiroceras bifurcatum var. *clavellatum* nov. var. R. Potonié, S. 237.

Spiroceras bifurcatum var. *gertrudae* nov. var. R. Potonié, S. 244.
1935 *Spiroceras bifurcatum* Quenst. — W. Bircher, S. 166, Taf. 12, Fig. 4.
Spiroceras cf. *bifurcatum* Quenst. — W. Bircher, S. 167, Taf. 12, Fig. 6.
1935 *Spiroceras bifurcatum* cf. var. *annulatum* Desh. — W. Bircher, S. 186.
1937 *Spiroceras bifurcati* Quenst. — W. Wetzel, S. 85.
Spiroceras bifurcati var. *althoffi* Potonié. — W. Wetzel, S. 86.
v 1951 *Spiroceras bifurcati* Quenst. — O. H. Schindewolf, S. 29, Abb. 17a—d, Taf. 1, Fig. 5—7.
1963 *Spiroceras bifurcati* (Quenst.). — O. H. Schindewolf, Taf. 7, Fig. 12a, b.
1968 *Spiroceras bifurcatum* (Quenst.). — G. Pavia & C. Sturani, S. 314.
v 1970 *Spiroceras bifurcati* (Quenst.). — U. Bayer, S. 24, Taf. 8, Fig. 9.
? 1971 *Spiroceras waltoni* (Morris). — C. Sturani, S. 170, Taf. 14, Fig. 18.
1973 *Spiroceras bifurcati bifurcati* (Quenst.). — G. Pavia, S. 124, Taf. 22, Fig. 3; Taf. 23, Fig. 4; Taf. 24, Fig. 2.
1974 *Spiroceras aequalicostatus* (Baugier & Sauzé). — G. Dietl, S. 10, Taf. 1, Fig. 2.
1975 *Spiroceras* cf. *bifurcati* (Quenst.). — G. Westermann, S. 45, Taf. 2, Fig. 9.

Lectotypus: Original zu A. Baugier & M. Sauzé 1843, S. 6, Taf. 1, Fig. 1 (partim) = mittlerer Gehäuseabschnitt (Wohnkammer) mit weitstehenden, kräftigen Rippen. Coll. Baugier, Musée de Niort, Dép. Charente, Frankreich.

Locus typicus: Mougon (Deux Sèvres) bei Niort, Frankreich.

Stratum typicum: Oberbajocium (nach A. Baugier & M. Sauzé 1843, S. 7 = Oolithe inferieure).

Diagnose: Art der Gattung *Spiroceras* mit einem Gehäuse in Form einer offenen Spirale. Die kräftigen Rippen tragen jeweils 2 Knoten.

Beschreibung: Wie schon auf S. 22 und in Abb. 5 ausführlich dargestellt, ist die Gehäusespirale von *Spiroceras orbignyi* sehr variabel. Sie kann von Individuum zu Individuum verschieden sein, aber auch im Verlauf des ontogenetischen Wachstums variieren. Es gibt also von *Spiroceras orbignyi* planspirale, helicoide und streckenweise annähernd rhabdoceratide Gehäuseformen. Häufig sind nur die Innenwindungen helicoid entrollt. Die ersten 1½ Windungen dagegen sind immer normal-ammonitisch aufgerollt und zeigen das Bild einer länglichen Blase (Abb. 4). Sie sind naturgemäß bei ihrer geringen Größe selten erhalten. Bis auf die Embryonalwindungen berühren sich die übrigen Windungen nicht.

Im Bereich adulter Gehäuseteile, die eine Windungshöhe von maximal 3 cm erreichen können, wird der Spiralwinkel immer schwächer. Über kurze Strecken können hier stabförmig gestreckte Gehäuseabschnitte auftreten. Einige Individuen zeigen, wie sonst nur bei *Spiroceras annulatum* üblich, ein hakenähnliches Gehäuseende.

Die Lobentwicklung ist von Schindewolf (1951, Abb. 17) dargestellt und auch ausführlich diskutiert worden.

Wie die Gehäusegestalt, so variiert auch die Skulptur in einem gewissen Maße. Die innersten Umgänge können auf unterschiedlicher Länge vollkommen glatt sein. Spätestens ab einem Durchmesser von ca. 2 mm setzt Berippung ein. Die Rippen stehen anfangs dicht und je nach Krümmung des Gehäuses mehr oder weniger schräg. In diesem Stadium tragen sie noch keine Lateralknoten, aber extern enden sie an dem schon deutlichen Ventralband mit einer leichten Verdickung. Erst im weiteren Verlauf bildet sich daraus immer deutlicher ein Knoten, zu dem auf der Flanke ein weiterer hinzukommt. Die Rippen verlaufen in diesem Stadium weitständiger, leicht sigmoidal und schwächen sich nur auf der Internseite ab, wo sie einen deutlich oraden Bogen beschreiben.

Die im Adultstadium kräftigen Knoten sind eigentlich die Reste kurzer, spitzer Hohlstacheln, wie das verkieselte Material vom Mont d'Or/Lyon, Frankreich, beweist (Taf. 1, Fig. 3). Bei Pyrit- und Kalkmergelsteinkern-Erhaltung fehlen diese Stacheln natürlich. Je nach Krümmung des Gehäuses kann die Stärke der Beknotung wechseln. Normalerweise ist immer der Externknoten am kräftigsten ausgebildet.

Etwa ab einer Windungshöhe von 4 mm kann das Skulpturbild variabel sein. Es gibt Individuen, bei denen plötzlich beknotete Rippen mit unbeknoteten abwechseln. Das geschieht sehr unregelmäßig — so kann zum Beispiel auf 4 normal beknotete Rippen plötzlich eine unbeknotete folgen und umgekehrt. Eine andere Variante ist die, daß die Knoten dichter zusammenrücken. Dadurch kann die Rippe zwischen ihnen höher werden und den Übergang zwischen beiden Knoten ausgleichen, so daß das Bild einer „Kragen-Rippe" (S. 25) entsteht. Auch die Stärke der Knoten kann am gleichen Exemplar wechseln.

Der Gehäusequerschnitt variiert im Verlauf der Ontogenie ebenfalls, und zwar unregelmäßig. Er wechselt von hochoval über kreisförmig nach queroval.

Trotz der großen Variabilität auch in der Skulptur bleibt folgendes Bild für *Spiroceras orbignyi* charakteristisch: Die auf den adulten Gehäuseteilen weitständigen Rippen enden extern mit einem kräftigen Knoten an den Rändern eines glatten Ventralbandes. Jede Rippe trägt außerdem im oberen Drittel der Flanke einen weiteren, aber etwas schwächeren Knoten.

Bemerkungen: Weder POTONIÉ (1929) noch andere Bearbeiter der Dogger-Heteromorphen hatten bisher die Originale von BAUGIER & SAUZÉ (1843) zur Hand. Allein D'ORBIGNY (1850) kannte die Coll. BAUGIER und bildete aus ihr das Original zu *Spiroceras orbignyi* erneut ab. Ihm blieb aber anscheinend verborgen, daß der Typus aus mehreren Fragmenten verschiedener Individuen zusammengesetzt worden ist. Glücklicherweise gehören alle Teilstücke zur gleichen Art. Da nur ein Individuum, auch wenn es unvollständig ist, als Typus gelten kann, habe ich das am besten erhaltene Teilstück als Lectotyp ausgewählt. Es ist zwar wie die anderen Stücke ebenfalls deformiert und einseitig korrodiert, zeigt aber das charakteristische Skulpturbild am deutlichsten.

Ich stimme mit OPPEL (1856—58) darin überein, daß *Hamites bifurcati* (QUENSTEDT 1846) ein jüngeres Synonym zu einer schon von anderen Autoren früher beschriebenen Dogger-Heteromorphen-Art ist — in unserem Falle zur Art *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ 1843). QUENSTEDT (1843, 363) stellt zwar im gleichen Jahr wie BAUGIER & SAUZÉ (1843) schon „Hamiten" vor, beschreibt diese aber als kranke Formen des normal aufgerollten *„Ammonites" bifurcatus* ZIETEN. Nomenklatorisch eindeutig ist erst die von QUENSTEDT im Jahre 1846 gegebene Beschreibung.

Taxonomische Unsicherheit und die Schwierigkeit, fragmentäre Heteromorphe zu bestimmen, sind deutlich aus den bisherigen Arbeiten ersichtlich. Stratigraphische Gründe veranlaßten QUENSTEDT (1858, 407), seine schon beschriebenen und neu hinzugekommene Funde unter dem von ihm gewählten Namen *(bifurcati)* zu belassen, obwohl er selbst „kaum irgend eine Verschiedenheit" von *Toxoceras Orbignyi* BAUGIER & SAUZÉ (QUENSTEDT 1858, 407) finden konnte. ROMAN & PÉTOURAUD (1927, 31) waren konsequenter. Für sie galt *Hamites bifurcati* QUENSTEDT als jüngeres Synonym von *Spiroceras bispinatum* (BAUGIER & SAUZÉ). In der gleichen Arbeit äußerten sie außerdem die Vermutung, daß *Spiroceras bispinatum* die Jugendform von *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ) sein könnte. Anscheinend kannte POTONIÉ (1929) diese Arbeit nicht. Auch wenn man davon ausgeht, daß POTONIÉ die QUENSTEDTsche Fundmeldung (Flözgebirge 1843, 363) fälschlicherweise als gültige Artbeschreibung auffaßte, so bleibt doch sein übriges nomenklatorisches Vorgehen unverständlich. Einerseits beschrieb er *Spiroceras bifurcati* als sehr variabel, andererseits ließ er *Spiroceras orbignyi* als eigenständige Art gelten, obwohl nach seinen eigenen Angaben zwischen beiden im Skulpturbild keine Unterschiede bestehen. W. WETZEL (1937, 86) schrieb dazu wie folgt: „Unter *Spiroceras orbignyi* BAUG. & SAUZ. verbirgt sich bei POTONIÉ (l. c. S. 247) m. E. Verschiedenes". Spätere Autoren hielten sich mehr oder weniger genau an die Artauffassung von POTONIÉ (1929).

Differentialdiagnose: Die noch unbeknoteten Innenwindungen von *Spiroceras orbignyi* unterhalb 2 mm Durchmesser sind, besonders wenn nur kurze Fragmente vorliegen, nur sehr schwer von denen der Arten *Spiroceras sauzeanum* beziehungsweise *Spiroceras annulatum* zu unterscheiden. *Spiroceras orbignyi* hebt sich aber durch die kräftigere Beknotung auf den adulten Windungsteilen gut von *Spiroceras annulatum* ab, während die sichere Unterscheidung von *Spiroceras sauzeanum,* bei kleinsten Bruchstücken, erst im Bereich der Wohnkammer adulter Tiere gelingt. Bei *Spiroceras sauzeanum* verlieren sich hier die Knoten, und auch die Rippen schwächen sich ab, außerdem bleibt das Gehäuse in seinem Spiralverlauf im wesentlichen stabförmig, während bei *Spiroceras orbignyi* gerade Gehäuseabschnitte nur über kurze Strecken auftreten.

Vorkommen: Die Art ist bisher aus Deutschland, Frankreich, England, Spanien, Italien, Ungarn, ?Algerien und Chile bekannt. *Spiroceras orbignyi* kommt in der *subfurcatum-* wie in der *garantiana*-Zone vor und reicht wahrscheinlich — zumindest in Spanien und Frankreich — noch bis in den untersten Teil (*acris*-Subzone) der *parkinsoni*-Zone hinein.

Material: ca. 1700 Exemplare.

Spiroceras cylindricum (BAUGIER & SAUZÉ)

(Abb. 7b; Taf. 3, Fig. 3—5)

v 1843 *Toxoceras? cylindricus* A. BAUGIER & M. SAUZÉ, S. 10, Taf. 2, Fig. 8—10.
v 1850 *Toxoceras cylindricus* BAUGIER & SAUZÉ. — A. D'ORBIGNY, Taf. 232, Fig. 3—6.
1923 *Patoceras cylindricum* BAUGIER & SAUZÉ. — P. FALLOT & F. BLANCHET, S. 132.
1927 *Apsorroceras obliquecostatum* QUENST. — F. ROMAN & CH. PÉTOURAUD, S. 37, Taf. 3, Fig. 1, 2 u. 4—6.
v 1974 *Spiroceras cylindricum* BAUGIER & SAUZÉ. — G. DIETL, S. 11, Taf. 1, Fig. 5.

Holotyp: Original zu BAUGIER & SAUZÉ 1843, S. 10, Taf. 2, Fig. 8—10; Musée de Niort.
Locus typicus: Mougon (Deux-Sèvres) östl. Niort/West-Frankreich.
Stratum typicum: Oberbajocium (BAUGIER & SAUZÉ geben als Fundhorizont den Oolithe inferieure an).

Diagnose: Art der Gattung *Spiroceras* mit einem Gehäuse in offener Spirale (cyrtocon). Die Berippung ist fein, dichtstehend und auf der Externseite kaum unterbrochen.

Beschreibung: Es liegen bisher nur wenige Fragmente wahrscheinlich adulter Tiere vor. Das bisher bekannte Gehäuse verläuft in einer offenen Spirale. Ob die Embryonalwindung entsprechend *Spiroceras orbignyi* oder *Parapatoceras* eingerollt ist, weiß man nicht. Der Spiralwinkel ist leicht variabel. Die genaue Länge der Wohnkammer ist nicht bekannt. Die größte gemessene Windungshöhe beträgt 14 mm. Der Gehäusequerschnitt ist kreisförmig bis schwach hochoval.

Über die Ausbildung der Lobenlinie kann nichts gesagt werden, da nur Wohnkammer-Fragmente vorliegen.

Die Rippen stehen auf der Flanke radial und sehr eng. Sie beschreiben nur auf der Internseite einen schwachen, oraden Bogen. Eine ventrale Unterbrechung ist kaum erkennbar. Ob auf den noch unbekannten Innenwindungen eine deutliche Furche ausgebildet ist, kann nur vermutet werden. Auf eine Gehäuselänge von 35 mm kommen, bei einer mittleren Windungshöhe von 10 mm, etwa 20 Rippen.

Bemerkungen: BAUGIER & SAUZÉ haben diese Form mit einer deutlichen Ventralrinne abgebildet, beschreiben aber im Text nur eine schwache Furche. D'ORBIGNY (1850, Taf. 232, Fig. 3—6) hat das gleiche Stück wieder abgebildet. Seine Darstellung zeigt nur eine schwache Furche, was dem Aussehen des Originals eher entspricht.

Spiroceras cylindricum gehört mit zu den am leichtesten bestimmbaren Dogger-Heteromorphen. Das mag z. T. daran liegen, daß bisher nur sehr wenig Material vorliegt und deshalb kaum etwas über die Variationsbreite dieser Art gesagt werden kann.

Differentialdiagnose: *Spiroceras cylindricum* unterscheidet sich gut von den übrigen Dogger-Heteromorphen. Allein die Zuordnung der Art zur Gattung *Spiroceras* könnte, wenn man das Alter der Fundschicht nicht kennt, Schwierigkeiten bereiten. Der bei *Spiroceras cylindricum* nur schwach ausgebildete Internbogen der Rippen vermittelt ein Bild, das dem der Gattung *Parapatoceras* mit geradem Rippenverlauf sehr ähnelt.

Vorkommen: Bisher nur aus Frankreich und Spanien bekannt. 2 Exemplare konnten horizontiert gesammelt werden und stammen aus der *subfurcatum*-Zone.

Material: 9 Exemplare.

Spiroceras obliquecostatum (QUENSTEDT)

(Abb. 7d; Abb. 9; Taf. 3, Fig. 6)

v 1856 *Hamites bifurcati* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 404, Taf. 55, Fig. 5.
v 1886/87 *Hamites bifurcati obliquecostatus* F. A. QUENSTEDT, S. 585, Taf. 70, Fig. 28.
non 1923 *Patoceras* cf. *obliquecostatum* QUENST. — P. FALLOT & F. BLANCHET, S. 133, Taf. 3, Fig. 14, 15.
1927 *Apsorroceras obliquecostatum* QUENST. — F. ROMAN & CH. PÉTOURAUD, S. 37, Taf. 3, Fig. 3, non Fig. 1, 2 u. 4—6.
? 1929 *Spiroceras bifurcatum* var. *costatum* MORRIS. — R. POTONIÉ, S. 245, Taf. 18, Fig. 28.
Spiroceras bifurcatum var. *obliquecostatum* QUENST. — R. POTONIÉ, S. 235.
1971 *Spiroceras obliquecostatum* (QUENST.). — C. STURANI, S. 170, Taf. 14, Fig. 16,17.

Holotyp: Original zu F. A. QUENSTEDT 1886/87, S. 585, Taf. 70, Fig. 28; Geologisches und Paläontologisches Institut und Museum der Universität Tübingen.

Locus typicus: Eningen unter Achalm/Württemberg

Stratum typicum: Oberbajocium

Diagnose: Art der Gattung *Spiroceras* mit einem Gehäuse in Form eines schwach gekrümmten Bogens. Die Rippen stehen sehr schräg und in gleichen Abständen. Sie tragen keine Knoten.

Beschreibung: *Spiroceras obliquecostatum* ist anscheinend sehr selten. Man kennt bisher nur wenige kleine Exemplare und kann bei diesen nicht entscheiden, ob sie adult sind oder nur Jugendstadien darstellen. Das Gehäuse ist schwach gekrümmt. Der Gehäusequerschnitt ist queroval. Die Gehäusehöhe nimmt rasch zu.

Die Lobenlinie ist schwach zerschlitzt, was eine Folge des geringen Gehäusedurchmessers sein kann, an dem sie beobachtet wurde. U_2 ist wie üblich sehr ausgeprägt und größer als L; U_1 ist noch gut erkennbar.

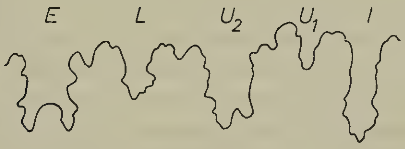


Abb. 9. Lobenlinie vom Holotyp zu *Spiroceras obliquecostatum*, bei einer Windungshöhe von 4,3 mm. Orig. zu QUENSTEDT 1856, Taf. 55, Fig. 5; 1887, Taf. 70, Fig. 28. Oberbajocium, Eningen unter Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen.

Fig. 9. Suture line of the holotype of *Spiroceras obliquecostatum* with a height of whorl of 4,3 mm.

Die Berippung ist sehr regelmäßig. Die Rippen verlaufen auffallend schräg und enden am Ventralband mit einer sehr leichten Verdickung. Auf der Internseite beschreiben sie den für die Gattung *Spiroceras* typischen oraden Bogen, sind aber dort weniger deutlich ausgebildet. Knoten scheinen bei dieser Art nicht aufzutreten.

Bemerkungen: POTONIÉ (1929, S. 235) betrachtet *Spiroceras obliquecostatum* nur als Varietät von *Spiroceras bifurcatum.* Trotz der bisher wenigen Exemplare scheint mir eine artliche Eigenständigkeit auf Grund des charakteristischen Querschnitts des Gehäuses und der auffallenden Schrägstellung der Rippen vertretbar. ROMAN & PÉTOURAUD (1927, S. 37) und STURANI (1971, S. 170) fassen *Spiroceras obliquecostatum* ebenfalls als eine eigenständige Art auf.

Differentialdiagnose: Es liegt zu wenig Material vor, um über die morphologische Nähe zu anderen Arten etwas aussagen zu können. Der querovale Gehäusequerschnitt findet sich aber bei keiner anderen Art der Mitteldogger-Heteromorphen. Der Berippungscharakter ähnelt zwar dem von *Spiroceras annulatum,* jedoch besteht der Unterschied in der deutlicheren Schrägstellung der Rippen.

Vorkommen: Die Art ist bisher nur aus Frankreich, Norditalien und dem südlichen Deutschland bekannt. Die meisten Funde stammen aus der *subfurcatum*-Zone. *Spiroceras obliquecostatum* scheint aber auch in der *garantiana*-Zone vorzukommen.

Material: 1 Exemplar (Original zu QUENSTEDT, 1886/87, Taf. 70, Fig. 28).

Spiroceras fourneti ROMAN & PÉTOURAUD

(Abb. 6e; Abb. 7a; Abb. 8; Taf. 3, Fig. 7, 8, Taf. 4, Fig. 1)

v 1927 *Spiroceras fourneti* F. ROMAN & CH. PÉTOURAUD, S. 34, Taf. 3, Fig. 7—12.

Lectotypus: Original zu F. ROMAN & CH. PÉTOURAUD, S. 34, Taf. 3, Fig. 7, 7a (Lectotypus hier aufgestellt).

Locus typicus: Mont d'Or (Ciret); Lyon, Frankreich.

Stratum typicum: Oberbajocium (? *garantiana*-Zone)

Diagnose: Art der Gattung *Spiroceras* mit einem Gehäuse in offener Spirale (cyrtocon). Die Berippung wechselt zwischen 2 Rippentypen. Auf mehrere knotenlose Rippen folgt jeweils eine kräftigere Rippe, die Knoten trägt.

Beschreibung: Der Gehäuseverlauf gleicht einer offenen Spirale. Helicoide Spiraltypen können auftreten. Innen- und Außenwindungen zeigen einen hochovalen Querschnitt. Die genaue Länge der Wohnkammer ist nicht bekannt. Die Mündung ist bisher ebenfalls unbekannt.

Die vorliegenden kalkigen Gehäusefragmente sind Wohnkammerbruchstücke. Die gekammerten Innenwindungen sind verkieselt und erlauben keine Darstellung der Lobenlinie.

Die Rippen verlaufen senkrecht zur Gehäuseachse und spalten niemals. Zwei Rippentypen treten auf:

1. kräftige, jeweils im marginalen Bereich zwei Knoten tragende Rippen,
2. dünne und flache knotenlose Rippen.

Auf mehrere knotenlose Rippen, deren Anzahl variabel ist, folgt eine kräftige knotentragende Rippe. Auf der Externseite enden die Rippen am Ventralband, während sie etwas abgeschwächt, aber noch deutlich sichtbar, die Internseite in Form eines oraden Bogens queren. Auf der Wohnkammer adulter Tiere kann manchmal der mehr zur Flankenmitte liegende tiefere Knoten zurückgebildet sein.

Vorkommen: Die Art ist bisher aus Spanien und Frankreich bekannt. Sie kommt in der *subfurcatum*- und in der *garantiana*-Zone vor.

Material: 34 Exemplare.

Spiroceras sauzeanum (D'ORBIGNY)

(Abb. 7e; Abb. 11a—c; Taf. 4, Fig. 2, 3; Taf. 5, Fig. 1—4)

v 1850 *Ancyloceras Sauzeanus* A. D'ORBIGNY, S. 582, Taf. 227, Fig. 5—7.

v *Ancyloceras nodosus* A. D'ORBIGNY, S. 581, Taf. 227, Fig. 1—4.

v *Ancyloceras Baugieri* A. D'ORBIGNY, S. 58, Taf. 226, Fig. 1 (partim) u. Fig. 3.

Ancyloceras rarispina BAUGIER & SAUZÉ. — A. D'ORBIGNY, S. 583, Taf. 227, Fig. 8—10.

v 1856 *Hamites baculatus* F. A. Quenstedt, S. 403, Taf. 72, Fig. 4, Taf. 55, Fig. 13, 14.
1860 *Ancyloceras Sauzeanum* d'Orb. — W. A. Ooster, S. 10, Taf. 30, Fig. 1—6.
v 1867 *Hamites baculatus* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 455, Taf. 37, Fig. 20.
v 1885 *Hamites baculatus* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 585, Taf. 46, Fig. 1.
v 1886/87 *Hamites* cf. *baculatus* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 581, Taf. 70, Fig. 18.
v *Hamites baculatus* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 575ff., Taf. 70, Fig. 12—14 u. 16.
1926 *Rhabdodites rhabdodes* S. Buckman, Taf. 374.
v 1929 *Apsorroceras baculatum* Quenst. — R. Potonié, S. 227, Taf. 17, Fig. 1—2.
v *Apsorroceras baculatum* Quenst. var. *rarispina* Baugier & Sauzé. — R. Potonié, S. 229, Taf. 17, Fig. 3.
1935 *Apsorroceras baculatum* Quenst. — W. Bircher, S. 169, Abb. 33, Taf. 12, Fig. 7.
1937 *Spiroceras bifurcati* Quenst. var. *sauzeana* d'Orb. — W. Wetzel, S. 85.
? 1971 *Spiroceras* cf. *baculatum* (Quenst.). — C. Sturani, S. 170, Taf. 14, Fig. 15.
1973 *Spiroceras baculatum* (Quenst.). — G. Pavia, S. 125, Taf. 24, Fig. 3.
Holotyp: Original zu A. d'Orbigny 1849, S. 582, Taf. 227, Fig. 5—7; Musée de Niort (in Coll. Baugier).
Locus typicus: Mougon (Deux-Sèvres) östl. Niort/ West-Frankreich.
Stratum typicum: Oberbajocium.

Diagnose: Art der Gattung *Spiroceras* mit einem Gehäuse, das zum überwiegenden Teil stabförmig (rhabdoceratid) gestreckt ist. Die Rippen verlaufen schräg und stehen nicht sehr dicht. Auf den inneren Gehäuseabschnitten tragen die Rippen auf jeder Seite jeweils 2 Knötchen.

Beschreibung: Es sind bisher keine vollständigen Gehäuse bekannt. Die embryonalen Windungen dürften aber ähnlich *Spiroceras orbignyi* normalammonitisch aufgerollt sein. Die bisher dünnsten bekannten Gehäuseabschnitte sind etwas stärker gekrümmt als die adulten, die zumeist annähernd stabförmig gestreckt sind. Die gekammerten Gehäusestadien haben einen kreisförmigen Querschnitt, während die ungekammerten adulten einen schwach hochovalen Querschnitt zeigen können. Die längste bekannte Wohnkammer ist 26 cm lang. Die Mündung ist durch Anwachsstreifung erkennbar und bildet eine zungenförmige Verlängerung auf der Externseite. (Ooster 1860, Taf. 30, Fig. 4—5; Quenstedt 1886/87, Taf. 70, Fig. 12.)

Die Art *Spiroceras sauzeanum* besitzt eine Lobenlinie, die der von *Spiroceras orbignyi* auffallend ähnelt (Abb. 11).

Die Rippen verlaufen schräg und spalten sich niemals. Auf den dünneren Gehäuseteilen sitzen die Rippen noch etwas dichter und tragen im marginalen Bereich auf jeder Seite jeweils 2 spitze Knötchen. Auf der Externseite werden die Rippen durch ein Ventralband unterbrochen, während sie auf der Internseite leicht abgeschwächt einen schwachen, oraden Bogen beschreiben. Mit zunehmender Gehäusedicke schwächt sich jedoch allmählich die Skulptur ab. Die Berippung wirkt dann verschwommen und ist unregelmäßig. Die Knötchen treten ebenfalls zurück, und auf der Internseite ist überhaupt keine Skulptur mehr zu erkennen. In Richtung zur Mündung verstärkt sich der Skulpturabbau. Das Gehäuse kann über eine Länge von 10 mm skulpturlos sein.

Bemerkungen: *Apsorroceras baculatum* (Quenst.) war bisher ein Sammelname für alle gestreckten Gehäuseteile von heteromorphen Ammoniten des Oberbajocium wie des Callovium und wird hier als jüngeres Synonym von *Spiroceras sauzeanum* (d'Orb.) aufgefaßt. Selbst Quenstedt (1886/87, Taf. 70, Fig. 19), als Autor der Art *Spiroceras baculatum,* ordnete darunter Formen der Gattung *Parapatoceras* ein.

Der Name *baculatum* wurde in der Literatur für gestreckte Spiroceraten viel häufiger verwandt als der Name *sauzeanum.* Es mag der Verdacht naheliegen, daß es sich bei letzterem um ein nomen oblitum handeln könnte. Das ist aber nicht der Fall, denn aus den zoologischen Nomenklatur-Regeln (1974, Bd. 31 (2), 88, Artikel 79) geht eindeutig hervor, daß ein jüngeres Synonym nur dann Gültigkeit behält, wenn die ältere Art während 50 Jahren nach ihrer Aufstellung nicht gebraucht worden ist und wenn das jüngere Synonym von mindestens 5 verschiedenen Autoren in wenigstens 10 Publikationen verwendet wurde. Die von d'Orbigny (1850) aufgestellte Art *Spiroceras sauzeanum* wurde nicht nur von Ooster (1860) zitiert und zur Bestimmung seiner Funde herangezogen, sondern sogar von Quenstedt (1886/87, 574) selbst im Zusammenhang mit seiner Art *Spiroceras baculatum* erwähnt.

Differentialdiagnose: Der starke Skulpturwechsel an ein und demselben Individuum erschwert die Bestimmung fragmentärer Gehäuseteile. Die sehr dünnen Gehäuseteile, die bisher nicht bekannt oder nicht erkannt sind, dürften sich wohl besonders dann, wenn sie leicht gekrümmt sind, kaum von denen des *Spiroceras orbignyi* unterscheiden. Fragmente der stabförmigen Gehäuseteile von *Spiroceras annulatum* können *Spiroceras sauzeanum* sehr ähnlich sein, besonders wenn sie jeweils aus dem Wohnkammerbereich adulter Tiere stammen. Die Berippung ist jedoch bei *Spiroceras annulatum* gleichmäßiger und dichter.

Vorkommen: Die Art ist bisher aus Süddeutschland, Frankreich, ? Italien, Spanien und England bekannt. *Spiroceras sauzeanum* kommt in der *subfurcatum*- und der *garantiana*-Zone vor.

Material: mindestens 154 Exemplare.

Spiroceras annulatum (Deshayes)

(Abb. 6d u. f.; Abb. 7c; Abb. 8; Taf. 6, Fig. 1—5; Taf. 7, Fig. 1—6, Taf. 10, Fig. 5)

v 1831 *Hamites annulatus* G. P. Deshayes, S. 228, Taf. 6, Fig. 5.
1843 *Ancyloceras annulatus* Desh. — A. Baugier & M. Sauzé, Taf. 3, Fig. 1—3.
v *Toxoceras? obliquus* A. Baugier & M. Sauzé, S. 10, Taf. 3, Fig. 17 u. 18.
v *Toxoceras? rarispina* A. Baugier & M. Sauzé, S. 11, Taf. 3, Fig. 19 u. 20.
1845 *Ancyloceras costatus* J. Morris, S. 33, Taf. 4, Fig. 4.
v 1849 *Hamites bifurcati* F. A. Quenstedt, S. 149, Taf. 11, Fig. 14.
v 1850 *Ancyloceras annulatus* Desh. — A. d'Orbigny, S. 577 u. 579, Taf. 225, Fig. 1—7 u. 12—15.
v *Helicoceras Teilleuxii* Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 599, Taf. 234, Fig. 7—10.
v *Ancyloceras obliquus* A. d'Orbigny, S. 583, Taf. 228, Fig. 1 u. 5.
? 1852 *Hamites bifurcati* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 368, Taf. 28, Fig. 13.
? 1858 *Ancyloceras annulatus* Desh. — A. Oppel, S. 382.
1860 *Ancyloceras annulatum* d'Orb. — W. A. Ooster, S. 6, Taf. 28, Fig. 5—8.
v 1886/87 *Hamites bifurcati* Quenst. — F. A. Quenstedt, S. 586, Taf. 70, Fig. 31 (partim).
v 1916 *Ancyloceras tenue* d'Orb. — H. Douvillé, S. 26, Taf. 3, Fig. 12—14.
1923 *Patoceras annulatum* d'Orb. — P. Fallot & F. Blanchet, S. 129, Taf. 3, Fig. 8 u. 9.
1927 *Spiroceras annulatum* Desh. — F. Roman & Ch. Pétouraud, S. 33, non (Taf. 3, Fig. 21), Taf. 5, Fig. 15—19.
Spiroceras orbignyi Baugier & Sauzé. — F. Roman & Ch. Pétouraud, S. 36, Taf. 4, Fig. 14.
pars v 1929 *Spiroceras bifurcatum* var. *annulatum* Desh. — R. Potonié, S. 240, Taf. 17, Fig. 7?, 12, 19, 21, 22 u. 23, (non Fig. 24 u. 25).
1935 *Spiroceras bifurcatum* Quenst. — W. Bircher, S. 166, Abb. 30, Taf. 12, Fig. 5.
Spiroceras bifurcatum var. *annulatum* Desh. — W. Bircher, S. 168, Abb. 32.
1970 *Spiroceras annulatum* (Desh.). — R. W. Imlay, S. D 11, Taf. 1, Fig. 7, 8.
? *Spiroceras bifurcatum* (Quenst.). — R. W. Imlay, S. D 10, Taf. 1, Fig. 1—6.
v 1974 *Spiroceras annulatum* (Desh.). — G. Dietl, S. 11, Taf. 1, Fig. 3 u. 4.

Holotypus: Original zu G. P. Deshayes 1831, S. 228, Taf. 6, Fig. 5; École des Mines (Paris).
Locus typicus: Caen (Normandie)/Frankreich.
Stratum typicum: Oberbajocium (G. P. Deshayes 1831, S. 228, gibt als Fundschicht den „Oolithe ferrugineuse" an).

Diagnose: Art der Gattung *Spiroceras* mit einem Gehäuse, dessen Innenwindung in offener Spirale verläuft. Der adulte Gehäuseteil ist dagegen teilweise von stabförmigem (rhabdoceratidem) Verlauf. Die Berippung ist regelmäßig und zeigt nur an den Rändern des Ventralbandes ein knotenartiges Anschwellen.

Beschreibung: *Spiroceras annulatum* besitzt einen offenen Nabel. Die inneren Windungen berühren sich fast auf eine Länge von 1½ Umgängen. Danach erfolgt im Gehäuseverlauf ein deutlicher Wechsel in der Windungsspirale. Der Umgang hebt sich bis zu 1½ Windungen stärker ab und verläuft ein sehr kurzes Stück mehr oder weniger gestreckt, ehe er sich wieder enger krümmt. Im weiteren Gehäuseverlauf wird aber die Spirale immer offener und nimmt im Bereich der Wohnkammer adulter Tiere annähernd stabförmige Gestalt an. Das Ende der rhabdoceratiden Wohnkammer ist hakenähnlich gekrümmt. Die Gehäusespirale ist in ihrem Verlauf leicht variabel, so daß Bilder entstehen können, die von dem eben beschriebenen etwas abweichen. Helicoide Entrollung kommt ebenfalls vor.

Die meisten vorliegenden Stücke sind Wohnkammerfragmente. Die wenigen vollständigen Innenwindungen sind überwiegend aus Kalzit und sehr fragil. Bei dem mir vorliegenden ausgeliehenen Material tragen die meisten Innenwindungen noch Schalenreste, die ohne Zerstörung eines wertvollen Stückes nicht abgetragen werden können. So wurde auf die zeichnerische Darstellung der Lobenlinie verzichtet. Eine Innenwindungsbruchfläche ermöglichte wenigstens das Studium einer Septalfläche. Dabei zeigte sich, daß, wie nicht anders zu erwarten, die Alterslobenlinie quadrilobat ausgebildet ist. L ist etwa gleich groß wie U_1, während U_2 das größte Lobenelement darstellt (siehe auch Abb. 8).

Die Skulptur ist recht gleichmäßig. Die Rippen stehen verhältnismäßig dicht und verändern sich im Verlauf des Gehäusewachstums wenig. Nur auf der Wohnkammer adulter Exemplare können sie im Bereich des hakenähnlichen Endes die Externseite queren. Ansonsten enden sie an der Siphonallinie mit einer leichten Anschwellung. Lateralknoten sind nicht ausgebildet. Die Rippen verlaufen in der Regel leicht protrakt, können aber ihre Stellung im Bereich starker Gehäusekrümmung ändern. Auf der Internseite der Innenwindungen verlaufen die Rippen abgeschwächt, aber unter Bildung eines deutlich oraden Bogens, der auf den adulten Gehäusestadien weniger stark ausgebildet ist.

Bemerkungen: Die Unsicherheit, welche Fragmente zu *Spiroceras annulatum* (DESH.) gehören, ist in der älteren Literatur besonders deutlich. Der Typus der Art (DESHAYES 1831, Taf. 6, Fig. 5) ist nur eine Innenwindung. D'ORBIGNY (1850) sah dies schon richtig und fand die entsprechenden Adultstadien. Unter der Bezeichnung *Spiroceras bifurcatum* var. *annulatum* finden sich bei R. POTONIÉ (1929) unbeknotete und beknotete Spiroceraten verschiedener Arten. Nach dem mir vorliegenden Material variiert die Skulptur bei *Spiroceras annulatum* im Gegensatz zu *Spiroceras orbignyi* kaum.

Differentialdiagnose: Kürzere Bruchstücke verschiedener ontogenetischer Stadien können im Skulpturbild derart voneinander abweichen, daß der Eindruck entsteht, es handele sich um artlich verschiedene Stücke. Die innersten Windungen sind etwa bis zu einer Windungshöhe von 2 mm nicht bestimmbar, wenn sie isoliert vorliegen. Fragmente des gestreckten Gehäuseabschnitts des adulten Tiers zeigen in der Art der Rippenausbildung eine gewisse Ähnlichkeit zu entsprechenden Adultstadien von *Spiroceras sauzeanum.* Bei *Spiroceras annulatum* ist jedoch die Berippung viel gleichmäßiger und ein abrupter Skulpturwechsel nicht feststellbar.

Vorkommen: *Spiroceras annulatum* ist weltweit verbreitet (Deutschland, Frankreich, Spanien, England, Italien, Nordafrika, USA, Vorderasien). Von Spanien und Frankreich ist das meiste Material bekannt geworden.

Material: 183 Exemplare.

Spiroceras baugieri (D'ORBIGNY)

(Taf. 5, Fig. 5)

v 1850 *Ancyloceras Baugieri* (partim) A. D'ORBIGNY, S. 580, Taf. 226, Fig. 1 (partim), 2, 4; non Fig. 3.
non *Toxoceras Baugieri* A. D'ORBIGNY, S. 596, Taf. 233, Fig. 1—4.
Lectotypus: Original zu A. D'ORBIGNY 1850, S. 580, Taf. 226, Fig. 3 (partim) = nur gekrümmter Gehäuseteil, 2, 4; Coll. BAUGIER — Musée de Niort.
Locus typicus: Mougon (Deux-Sèvres) östl. Niort, Dép. Charente, Frankreich.
Stratum typicum: Oberbajocium

Die von D'ORBIGNY (1850) aufgestellte Art *baugieri* ist in mehrfacher Hinsicht problematisch. Die zeichnerische Wiedergabe des Originals ist stark idealisiert, was ohnehin für einen großen Teil der Abbildungen von D'ORBIGNY gilt.

Das Originalstück wurde in der Sammlung BAUGIER (Musée de Niort) wiederentdeckt. Es war noch mit dem Originaletikett D'ORBIGNYS versehen. Der Größenmaßstab, die Gehäusekrümmung und zum Teil auch die Skulptur wurden in der Abbildung korrekt wiedergegeben. Es kann also keinen Zweifel an der Identität des Stückes geben. Nicht ersichtlich ist aus der Zeichnung D'ORBIGNYS die unregelmäßige Beknotung des Originalstückes. Außerdem wurde in der Zeichnung das Gehäuse in Richtung des gestreckten Teiles verlängert, und zudem fehlen im gekrümmten Teil die am Original gut sichtbaren engstehenden Lobenlinien.

Durch Zufall entdeckte der Verf., daß das Originalstück aus zwei verschiedenen Teilen kunstgerecht zusammengefügt worden war, nämlich aus einem kurzen gestreckten und einem längeren gekrümmten Gehäuseteil. Jeder Teil ist anscheinend eine Art für sich. Die sonst deutlichen morphologischen Unterschiede wurden durch den hohen Verwitterungsgrad des gekrümmten Gehäuseabschnitts verwischt. So fiel diese Montage nicht einmal D'ORBIGNY (1850) auf.

Der kurze, gestreckte Gehäuseteil läßt sich ohne Schwierigkeit als zu *Spiroceras sauzeanum* gehörend bestimmen. Das stark verwitterte Gehäusefragment wäre somit allein der Typus der Art *baugieri.* Auf Grund des Erhaltungszustandes ist jedoch die Existenzberechtigung dieser Art anzuzweifeln. Berücksichtigt man die korrodierte Oberfläche, ergeben sich gewisse Beziehungen zu *Spiroceras fourneti* oder *Spiroceras orbignyi.*

Spiroceras laevigatum (D'ORBIGNY)

(Abb. 7e; Taf. 7, Fig. 7—9)

v 1850 *Ancyloceras laevigatus* A. D'ORBIGNY, S. 581, Taf. 226, Fig. 5—7.
v 1856 *Hamites baculatus* F. A. QUENSTEDT, S. 404, Taf. 55, Fig. 15.
v 1886/87 *Hamites* cf. *baculatus.* — F. A. QUENSTEDT, S. 580, Taf. 70, Fig. 17.
Holotyp: Original zu A. D'ORBIGNY 1850, S. 581, Taf. 222, Fig. 5—7; Musée de Niort.
Locus typicus: Mougon (Deux-Sèvres) östl. Niort, Dép. Charente, Frankreich.
Stratum typicum: Oberbajocium.

Diagnose: Skulpturlose Art der Gattung *Spiroceras.*

Beschreibung: Die vorliegenden Gehäusestadien sind stabförmig gestreckt bis ganz schwach gekrümmt. Die größte gemessene Windungshöhe beträgt 22,5 mm.

Rippen und Knoten fehlen vollkommen. Nur auf der Internseite kann durch haarfeine Streifung der orade Bogen angedeutet sein. Eine Ventralfurche fehlt ebenfalls. Die Form der Mündung ist nicht bekannt. Der Windungsquerschnitt ist hochoval.

Bemerkungen: QUENSTEDT (1886/87, 580) vergleicht seinen Fund von *Hamites* cf. *baculatus* bereits mit *Ancyloceras laevigatum.* POTONIÉ (1929, 230) hält *Ancyloceras laevigatum* für ein korrodiertes *Apsorroceras baculatum* var. *rarispina.*

Die einzige Information über die Ausbildung der Lobenlinie gibt QUENSTEDT (1886/87, Taf. 70, Fig. 17); sie ist aber ungenau und unvollständig. Leider ist sein Stück als bisher einziges gekammertes Fragment sehr schlecht erhalten. Eine bessere Darstellung der Lobenlinie war daher nicht möglich.

Vorkommen: Die Art ist bisher nur aus Süddeutschland, Frankreich und Spanien bekannt.

Material: 8 Exemplare.

Spiroceras cyphum (S. BUCKMAN)

1925 *Plagiamites cyphus* S. BUCKMAN, Taf. 583, Fig. 1.

Es bedarf eines umfangreicheren Materials, um zu entscheiden, ob *Spiroceras cyphum* eine Innenwindung von *Spiroceras annulatum* oder eine eigenständige Art ist. Aus der von WENDT (1971) beschriebenen Spaltenfauna von Westsizilien (Rocca

Busambra) liegen mir zwar 2 Exemplare vor, die von WENDT (1971) als *Spiroceras cyphum* bestimmt wurden und recht gut mit der Abbildung von S. BUCKMAN (1925, Taf. 583) übereinstimmen, ihr Zwergwuchs macht sie aber für genaue morphologische Studien ungeeignet.

Subfamilie Parapatoceratinae BUCKMAN 1926

Zu den Parapatoceratinae, die die letzten aberranten Ammoniten des Dogger umfassen, möchte ich die Gattungen *Parapatoceras* SPATH, *Paracuariceras* SCHINDEWOLF und *Acuariceras* SPATH stellen. Sie lassen sich von *Epistrenoceras* ableiten und sind keine Abkömmlinge von *Spiroceras*, wie auf S. 55 u. 57 dieser Arbeit ausführlich diskutiert wird. Die Gattung *Parapatoceras* trennt eigentlich von *Epistrenoceras* wenig, mit Ausnahme der Gehäuseaberranz und der damit sich ändernden Lobenlinie. So genügt nach meiner Meinung eine eigene Unterfamilie Parapatoceratinae, um die suturalen und morphologischen Besonderheiten herauszustellen. SCHINDEWOLF hat die Gattung *Epistrenoceras* in seinen „Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten" (1961—68) nicht untersucht. Nach W. J. ARKELL (1957) gehört *Epistrenoceras* zu den Parkinsoniidae. Auf Grund der engen verwandtschaftlichen Nähe zu *Epistrenoceras* möchte ich die Parapatoceratinae mit Vorbehalt zur gleichen Familie stellen (siehe auch S. 55 u. 57 dieser Arbeit).

Genus *Parapatoceras* SPATH, 1924

1924 *Parapatoceras* SPATH, S. 12.
1963 *Metapatoceras* SCHINDEWOLF, S. 134.
1966 *Infrapatoceras* OCHOTERENA, S. 7.
Typusart: *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ 1843) [= *Ancyloceras calloviense* MORRIS 1845; = *Crioconites crioconus* BUCKM. 1925].

Diagnose: Kleinwüchsige Formen mit einem Gehäuse, das gewöhnlich in Form einer offenen Spirale (cyrtocon) entrollt ist. Rhabdoceratide Gehäuseabschnitte treten bei zwei Arten auf. Die Rippen sind einfach und können zwei Reihen spitzer Knötchen tragen. Ventral sind sie durch ein schmales Band unterbrochen. Auf der Internseite verlaufen sie leicht abgeschwächt, ohne aber wie bei *Spiroceras* einen oraden Bogen zu bilden. Die Lobenlinie ist stark reduziert und nur gering zerschlitzt.

Verbreitung: Oberbathonium bis Mittelcallovium; *retrocostatum*- bis *jason*-Zone; Europa, Madagaskar, Indien und Südamerika.

Bemerkungen: Die Gattung *Parapatoceras* umfaßt 4 Arten, eine davon *(Par. boreale)* ist fraglich.

Die Unterschiede zu *Spiroceras* sind bei der Beschreibung dieser Gattung (S. 33) angegeben. Von *Paracuariceras* unterscheidet sich *Parapatoceras* durch Gehäusegestalt und Skulptur sehr deutlich. *Paracuariceras* ist fast gestreckt und stabförmig. Keine Unterschiede bestehen dagegen in der Ausbildung der Adultsutur. Übereinstimmungen mit *Acuariceras* finden sich weder in der Lobenlinie noch in den Skulptur- und Gehäusemerkmalen. *Acuariceras* dürfte auch phylogenetisch am weitesten von *Parapatoceras* entfernt sein. Die beiden Gattungen *Metapatoceras* SCHINDEWOLF (1963) und *Infrapatoceras* OCHOTERENA (1966) sind nach meiner Auffassung jüngere Synonyme von *Parapatoceras*. Beide Autoren begründeten ihre Gattungen mit dem von *Parapatoceras* verschiedenen Zerschlitzungsgrad der Lobenlinie. Wie meine Untersuchungen aber gezeigt haben (s. Abb. 13) ist die Adultsutur bei *Parapatoceras* sehr variabel. Die Lobenbilder von *Metapatoceras* und *Infrapatoceras* liegen danach in der Variabilität der bei *Parapatoceras* beobachteten Suturen.

Parapatoceras tenue (BAUGIER & SAUZÉ)

(Abb. 7g; Taf. 7, Fig. 10)

v 1843 *Toxoceras? tenuis* A. BAUGIER & M. Sauzé, S. 11; Taf. 4, Fig. 3—5.
v 1850 *Ancyloceras tenuis* A. D'ORBIGNY, S. 586, Taf. 229, Fig. 1—4.
1860 *Ancyloceras tenue* D'ORB. — W. A. OOSTER, S. 13; Taf. 31, Fig. 1.
1860 *Ancyloceras Trigeri* M. HÉBERT & E. EUDES-DESLONGCHAMPS, S. 12; Taf. 8, Fig. 4a—c.
1919 *Patoceras Trigeri* HÉBERT et DESLONGCHAMPS. — O. COUFFON, S. 225; Taf. 17, Fig. 10, 10a—g.

Lectotyp: Original zu A. BAUGIER & M. SAUZÉ 1843, S. 11, Taf. 4, Fig. 3—5 (partim) = der längste zusammenhängende Gehäuseabschnitt mit der am besten erhaltenen Skulptur. Coll. BAUGIER, Musée de Niort/Frankreich.

Locus typicus: Umgebung von Niort (Deux Sèvres), Dép. Charente, Frankreich.

Stratum typicum: Oberbathonium (A. BAUGIER & M. SAUZÉ geben als Fundhorizont den „grande oolithe" an).

Diagnose: Art der Gattung *Parapatoceras*, von der nur stabförmig gestreckte Gehäusefragmente bekannt sind. Die auffallend schräg stehenden Rippen tragen keine Knoten. Der Gehäusequerschnitt ist hochoval.

Beschreibung: Über die Gesamtgestalt des Gehäuses ist bisher nichts bekannt. Man kennt nur kurze Fragmente, die alle stabförmig gestreckt (rhabdoceratid) sind.

Die Skulptur ist sehr einfach. Die dichtstehenden, starren Rippen verlaufen schräg zur Gehäuseachse und tragen keine Knoten. Auf der Externseite werden sie nur schwach von einem Ventralband unterbrochen. Intern sind sie leicht abgeschwächt. Der Gehäusequerschnitt ist hochoval. Gekammerte Innenwindungen sind bisher nicht bekannt, so fehlt auch eine Darstellung der Lobenlinie. Die Form der Mündung ist unbekannt.

Bemerkungen: *Parapatoceras tenue* scheint selten zu sein. Nur 8 Exemplare aus Chile (Slg. v. HILLEBRANDT) und das Originalstück zu BAUGIER & SAUZÉ (1843), beziehungsweise zu D'ORBIGNY (1850), lagen mir zur Untersuchung vor. Der Erhaltungszustand des Originalstücks zu BAUGIER & SAUZÉ ist nicht sehr gut. Die Oberfläche ist leicht korrodiert. Bei guter Erhaltung treten die Rippen etwas deutlicher hervor, wie es OOSTERS Exemplar (1860, Taf. 31, Fig. 1) zeigt.

Der Holotyp zu *Parapatoceras tenue* (BAUGIER & SAUZÉ) ist aus Bruchstücken von drei verschiedenen Individuen zusammengesetzt. Alle Fragmente gehören der gleichen Art an; scheinbare Unterschiede beruhen nur auf dem unterschiedlichen Erhaltungszustand der einzelnen Teile. Der Knick auf halber Gehäuselänge resultiert daraus, daß hier zwei nicht zusammengehörende Bruchstücke aneinander gefügt wurden (Taf. 7, Fig. 10c).

Differentialdiagnose: Hier gilt das bei *Parapatoceras tuberculatum* Gesagte.

Vorkommen: *Parapatoceras tenue* ist bisher nur aus Frankreich, der Schweiz und Chile bekannt und kommt anscheinend gemeinsam mit *Parapatoceras distans* nur im Oberbathonium vor.

Material: 9 Exemplare.

Parapatoceras tuberculatum (BAUGIER & SAUZÉ)

(Abb. 7g; Abb. 13c, d; Taf. 7, Fig. 11, 12; Taf. 8, Fig. 1—4)

1843 *Toxoceras? tuberculatus* A. BAUGIER & M. SAUZÉ, S. 11, Taf. 4, Fig. 1 u. 2.
v *Ancyloceras bispinatus* A. BAUGIER & M. SAUZÉ, S. 12, Taf. 4, Fig. 6—8.
v 1845 *Ancyloceras Calloviensis* J. MORRIS, S. 32, Taf. 6, Fig. 3a, 3c—d.
1850 *Ancyloceras calloviensis* MORRIS. — A. D'ORBIGNY, S. 588, Taf. 230, Fig. 1—4.
Ancyloceras niortensis A. D'ORBIGNY, S. 590, Taf. 230, Fig. 9—12.
Ancyloceras spinatus BAUGIER & SAUZÉ. — A. D'ORBIGNY, S. 584, Taf. 228, Fig. 6—9.
non *Ancyloceras tuberculatus* A. D'ORBIGNY, S. 587; Taf. 229, Fig. 5—8.
1860 *Ancyloceras calloviensis* (MORR.). — M. HÉBERT & E. EUDES-DESLONGCHAMPS, S. 12; Taf. 7, Fig. 17a—d.
v 1886/87 *Hamites baculatus densicosta* F. A. QUENSTEDT, S. 581, Taf. 70, Fig. 19.
1915 *Ancyloceras tuberculatum* D'ORB. — P. PETITCLERC, S. 108.

1923 *Ancyloceras calloviense* Morris. — E. Stehn, S. 138, Taf. 2, Fig. 5a—c.
v 1925/26 *Parapatoceras calloviense* Morris. — S. Buckman, Taf. 537.
v 1929 *Parapatoceras distans* var. *macrocephalum* Quenst. — R. Potonié, S. 252; Taf. 19, Fig. 46—58.
v *Parapatoceras distans* var. *densicostatum* Quenst. — R. Potonié, S. 254, Taf. 19, Fig. 59.
v 1963 *Metapatoceras semiserratum* O. H. Schindewolf, S. 134, Abb. 8—10; Taf. 7, Fig. 10; Taf. 8, Fig. 1—4.
? 1966 *Infrapatoceras biserratum* (?) H. Ochoterena, S. 11, Taf. 1, Fig. 4a—c.

Holotypus: Original zu A. Baugier & M. Sauzé 1843, S. 11, Taf. 4, Fig. 1 u. 2; nicht auffindbar.

Locus typicus: Niort (Deux Sèvres), Dép. Charente, Frankreich.

Stratum typicum: Untercallovium (Baugier & Sauzé 1843, S. 11, geben als Fundschicht „le terrain oxfordien inférieur“ an, das nach damaliger Ansicht noch den oberen Dogger mit einschloß).

Diagnose: Art der Gattung *Parapatoceras* mit einem Gehäuse, dessen adulte Gehäuseteile mehr oder weniger stabförmig verlaufen. Die Rippen stehen schräg und tragen jeweils 2 deutliche Knötchen. Der Gehäusequerschnitt ist hochoval.

Beschreibung: Die Innenwindungen sind im Zusammenhang nicht bekannt. Sie verlaufen aber wahrscheinlich in Form einer offenen Spirale. Der Spiralwinkel wird erst später variabel. Dabei treten dann Gehäusestadien mit leichter Krümmung oder stabförmig gestrecktem Verlauf auf. Ob letztere wieder hakenförmig umbiegen können, ist nicht bekannt. Der Gehäuseanfang ist ebenfalls unbekannt.

Die Lobenlinie von *Parapatoceras tuberculatum* [= *Metapatoceras semiserratum* Schindewolf 1963] hat schon Schindewolf (1963, Abb. 8—10) dargestellt. Seine Beispiele vermitteln ein sehr einheitliches Bild. Tatsächlich ist aber die Lobenlinie von *Parapatoceras tuberculatum*, insbesondere wenn man auch Material anderer Fundplätze auswertet, nicht so einheitlich wie sie Schindewolf darstellt. Die schwache Zerschlitzung beschränkt sich nicht nur auf die Sättel, sondern kann bei manchen Exemplaren auch die Loben erfassen. Die Lobenentwicklung ist bisher noch unbekannt, dürfte aber ähnlich wie bei *Parapatoceras distans* verlaufen.

Die Skulptur ist regelmäßig und wechselt im Verlauf der Ontogenese nicht. Nur die Berippungsdichte variiert von Individuum zu Individuum; an ein und demselben Exemplar bleibt sie aber konstant. Die deutlich ausgebildeten Rippen verlaufen auffallend schräg zur Gehäuseachse. Ventral sind sie durch ein Band unterbrochen, das beiderseits von spitzen Knötchen begleitet wird. Über die Internseite verlaufen die Rippen etwas abgeschwächt, ohne aber den nur bei der Gattung *Spiroceras* üblichen oraden Bogen zu bilden. Der Gehäusequerschnitt ist hochoval.

Bemerkungen: Zur Gültigkeit des Artnamens *Parapatoceras tuberculatum* gegenüber dem jüngeren Synonym *Parapatoceras calloviense* gilt das schon bei *Spiroceras sauzeanum* Gesagte. Zur Artauffassung von Potonié (1929) ist festzustellen, daß er die eigentlich gut erkennbare Art „*calloviense*“ [= *tuberculatum*] für identisch hielt mit dem älteren *Parapatoceras distans* — um sie allerdings später, nun aber mit Hilfe der Quenstedtschen Namen, als Unterart der letzten zu beschreiben.

Schindewolf (1963) begründete seine neue Gattung und Art *Metapatoceras semiserratum* nur mit der Art der Zerschlitzung der Lobenlinie. Daß die Sutur jedoch zur Begründung neuer Arten nicht ausreicht, wurde schon an anderer Stelle dieser Arbeit gezeigt.

Differentialdiagnose: Von *Parapatoceras distans* unterscheidet sich *Parapatoceras tuberculatum* insbesondere durch die Schrägstellung der Rippen und den hochovalen Gehäusequerschnitt. Größere Ähnlichkeit besteht mit *Parapatoceras tenue*. Von dieser Art sind aber nur Fragmente bekannt, die unbeknotete Rippen zeigen.

Vorkommen: Die Art wurde bisher in Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien, England und Argentinien gefunden. *Parapatoceras tuberculatum* ist bisher nur aus dem unteren und dem mittleren Callovium bekannt.

Material: 96 Exemplare.

Parapatoceras distans (Baugier & Sauzé)

(Abb. 7f; Abb. 10; Abb. 13a, b; Taf. 8, Fig. 7—11; Taf. 9, Fig. 1, 2; Taf. 10, Fig. 4; Taf. 11, Fig. 2 u. 4)

1843 *Ancyloceras distans* A. Baugier & M. Sauzé, S. 13, Taf. 3, Fig. 8—10.
v *Ancyloceras spinatus* A. Baugier & M. Sauzé, S. 14, Fig. 9—11.
v 1845 *Ancyloceras Calloviensis* J. Morris, S. 32, Taf. 6, nur 3b.
1850 *Ancyloceras distans* Baugier & Sauzé. — A. d'Orbigny, S. 589, Taf. 230, Fig. 5—8.
v 1858 *Hamites.* — F. A. Quenstedt, S. 483, Taf. 64, Fig. 20—23.
1875 *Ancyloceras calloviense* (Morris). — W. Waagen, S. 221, Taf. 56, Fig. 3.
v 1886/87 *Hamites macrocephali* F. A. Quenstedt, S. 581—583, Taf. 70, Fig. 20—25.
1915 *Ancyloceras distans* Baugier & Sauzé. — P. Petitclerc, S. 107.
1919 *Patoceras calloviense* Morris. — O. Couffon, S. 223, Taf. 17, Fig. 9, 9a—f.
v 1925 *Crioconites crioconus* S. Buckman, Taf. 538 A, Fig. A, 3b; Taf. 538 B, Fig. A, B.
1928 *Parapatoceras* cf. *calloviense* (Morris). — L. F. Spath, S. 277, Taf. 33, Fig. 3a, 3b, c.
1928 *Spiroceras distans* Baugier & Sauzé. — F. Roman, S. 158, Taf. 12, Fig. 2, 2a, 3, 3a, 4 (nur Erläuterung vorhanden).
Spiroceras calloviense Morris. — F. Roman, S. 157, Taf. 12, Fig. 1, 1a.
1929 *Parapatoceras distans* Baugier & Sauzé. — R. Potonié, S. 249, Taf. 18, Fig. 33—35.
Parapatoceras distans var. *bentzi* n. var. R. Potonié, S. 251, Taf. 19, Fig. 36 u. 37, ? 38, 39—45.
v non *Parapatoceras distans* var. *marcocephalum* Quenst. — R. Potonié, S. 252, Taf. 19, Fig. 51—58.
v non *Parapatoceras distans* var. *densicostatum* Quenst. — R. Potonié, S. 254, Taf. 19, Fig. 59.
1932 *Spiroceras calloviense* Morris. — G. Corroy, S. 321, Taf. 10, Fig. 9.
1933 *Parapatoceras* cf. *calloviense* (Morris). — L. F. Spath, S. 277, Taf. 333, Fig. 3 u. Taf. 97, Fig. 3.
1940 *Parapatoceras distans* var. *macrocephalum* Quenst. — E. Schmidtill, S. 393—396, Taf. 15, Fig. 1 u. 2.
v 1963 Cf. *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé). — O. H. Schindewolf, Abb. 12.
1966 *Infrapatoceras biserratum* H. Ochoterena, S. 8, Taf. 1, Fig. 1—3; Taf. 2, Fig. 1—4; Taf. 3, Fig. 1—2.

Holotypus: Original zu Baugier & Sauzé 1843, S. 13, Taf. 3, Fig. 8—10; nicht auffindbar.
Locus typicus: La Mothe-Saint-Héray (Deux Sèvres), Dép. Charente, Frankreich.
Stratum typicum: ? Untercallovium (Baugier & Sauzé, S. 14, geben „le calcaire oxfordien inférieur" als Fundschicht an, der nach damaliger Auffassung noch den oberen Dogger mit einschloß).

Diagnose: Art der Gattung *Parapatoceras* mit einem Gehäuse, dessen Windungen in offener, aber enger Spirale verlaufen. Die Berippung ist unregelmäßig. Die radialen Rippen tragen jeweils 2 Knoten, von denen der laterale meistens sehr schwach ausgebildet ist. Der Gehäusequerschnitt ist kreisförmig.

Beschreibung: Die Windungen verlaufen in Form einer offenen, aber engen Spirale. Der Spiralwinkel ändert sich nur etwas im Bereich der Wohnkammer adulter Tiere und wird dort allmählich flacher. So treten hier weniger stark gekrümmte Gehäuseabschnitte auf. Von Individuum zu Individuum kann die Form der Innenspirale schwach variieren.

Das Gehäuse beginnt im embryonalen Bereich mit einer Blase, in der die ersten 1½ Windungen normal-ammonitisch aufgerollt sind. Die Lobenentwicklung von *Parapatoceras distans* [= *Infrapatoceras biserratum* Ochoterena 1966] hat schon H. Ochoterena (1966, Abb. 2) dargestellt. Unsere Darstellung bezieht sich auf ein Exemplar von *Parapatoceras distans,* das von Chippenham/England stammt. Wie bei *Spiroceras* ist die Primärsutur die erste vollständige Lobenlinie (Abb. 10a) und stimmt in der Elementzahl vollständig mit den Primärsuturen anderer normal aufgerollter Ammoniten überein, das heißt zwischen L und I sind zwei Umbilikalloben vorhanden. Es sind dies ein tieferer U_1 auf der konkaven Innenwindungszone und ein flacherer U_2, der auf der Naht liegt. Diese Situation bleibt bis zum Ende des eingerollten Gehäusestadiums erhalten, nur U_2 wird als Lobenelement größer als U_1 (Abb. 10b), bleibt aber in seiner Tiefe noch erheblich hinter L zurück. Erst mit dem Beginn der Entrollung verschieben sich die Proportionen der einzelnen Loben erheblich. U_2 wird zum größten Element, während L und U_1 in der Entwicklung zurückbleiben (Abb. 10c). Bei

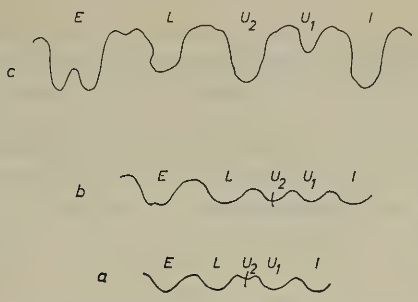


Abb. 10 Lobenentwicklung von *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé). Untercallovium, Chippenham (Wiltshire)/England. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 9582/2; c bei Wh 1,2 mm.

Fig. 10. Development of lobes of *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé).

der Adultlobenlinie scheint dagegen L an Tiefe gegenüber U_2 aufzuholen. Wie schon Ochoterena (1966, Abb. 2f) zeigt, können L und U_2 auch gleich tief ausgebildet sein. Im Vergleich zu *Spiroceras* ist die Adultlobenlinie von *Parapatoceras* geringer zerschlitzt.

Die Skulptur variiert in einem gewissen Maße. Die innersten Umgänge sind schon deutlich skulptiert. Die radialen Rippen stehen relativ weit auseinander und deutlich senkrecht zur Gehäuseachse. Sie tragen anfangs schon jeweils zwei spitze Knötchen, wovon das laterale im weiteren Verlauf zurückgebildet werden kann, so daß nur noch am Rand des Ventralbandes ein Knoten erkennbar bleibt. Über die Internseite verlaufen die Rippen leicht abgeschwächt, bilden aber keinen oraden Bogen. Auf adulten Gehäuseteilen wird die Berippung unregelmäßig und verliert an Deutlichkeit. Die Rippenabstände wechseln wiederholt. Die Berippung kann sich zum Schluß soweit abschwächen, daß nur noch eine Art Anwachsstreifung erkennbar bleibt. Auffallend ist, daß sich die Berippungsdichte von Individuum zu Individuum erheblich ändern kann. Vollständige Mündungen sind von *Parapatoceras distans* nicht bekannt. Der Gehäusequerschnitt ist in allen Wachstumsstadien kreisförmig. Bei besonders gutem Erhaltungszustand sind bei *Parapatoceras distans* spitze Stacheln zu erkennen (Taf. 11, Fig. 4). Das Pyrit- und Kalkmergelsteinkern-Material zeigt diese Skulpturfeinheiten jedoch nicht.

Bemerkungen: Das Original von *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé 1843, Taf. 3, Fig. 8—10) konnte in der Sammlung Baugier im Museum von Niort nicht ermittelt werden. Da d'Orbigny (1850) Stücke der Sammlung Baugier zur Bearbeitung in Paris hatte, wurde auch im dortigen Musée d'Histoire naturelle gesucht, aber ebenfalls erfolglos.

Auf die Aufstellung eines Neotypus wurde verzichtet, da nicht auszuschließen ist, daß sich das Originalstück doch noch findet. Außerdem bestehen nicht zuletzt auf Grund der guten Abbildungen von Baugier & Sauzé (1843, Taf. 3, Fig. 8—10) und d'Orbigny (1850, Taf. 230, Fig. 5—8) wenig Schwierigkeiten, *Parapatoceras distans* zu definieren. Eine große Ausnahme machte hier eigentlich nur Ochoterena (1966), der seine neue Gattung und Art *Infrapatoceras biserratum* allein auf den Zerschlitzungsgrad der Lobenlinie begründete. Tatsächlich ist aber *Infrapatoceras biserratum* nicht nur in der äußeren Morphologie identisch mit *Parapatoceras distans,* sondern auch die von ihm dargestellte Lobenlinie fällt mit in die Variabilität der Sutur, die bei *Parapatoceras distans* beobachtet wurde.

Differentialdiagnose: Von *Parapatoceras tuberculatum* unterscheidet sich *Parapatoceras distans* durch die senkrecht stehenden Rippen, den kreisförmigen

Gehäusequerschnitt und durch die variable Skulptur im Bereich adulter Gehäuseabschnitte. Außerdem treten bei *Parapatoceras distans* keine stabförmig gestreckten Gehäuseteile auf. Das eben Gesagte gilt auch für die Unterscheidung von *Parapatoceras tenue.*

Vorkommen: Die bisherigen Funde stammen von Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien, England, Indien, Mexiko und Chile. *Parapatoceras distans* reicht von der *retrocostatum*-Zone des Oberbathonium bis in die *calloviense*-Zone des Callovium.

Material: Über 400 Exemplare.

Parapatoceras boreale (BEHRENDSEN)

1886 *Ancyloceras borealis* BEHRENDSEN, S. 23, Taf. 2, Fig. 2a—d

POTONIÉ (1929, 248) hat schon vergeblich nach dem Verbleib des Originals gesucht. Weitere Funde dieser Form sind seit der Beschreibung BEHRENDSENS (1886) nicht mehr hinzugekommen. Unverständlich bleibt die Zuordnung der Art „*Ancyloceras*“ *borealis* BEHRENDSEN zur Gattung *Spiroceras* durch POTONIÉ. Vielmehr ergeben sich gewisse Beziehungen zu *Parapatoceras tuberculatum* und damit zur Gattung *Parapatoceras.* Auch der Fundhorizont in Norddeutschland (*aspidoides*-Schichten = Oberbathonium), der in Südfrankreich und auch anderswo Parapatoceraten führt, spricht dafür, die Art *boreale* zur Gattung *Parapatoceras* zu stellen.

Genus: *Paracuariceras* SCHINDEWOLF

Typusart: *Paracuariceras incisum* SCHINDEWOLF 1963.

Paracuariceras incisum SCHINDEWOLF

(Abb. 7h; Abb. 17; Taf. 9, Fig. 3—6)

v 1851 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 380, Taf. 30, Fig. 4.
v 1856 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 523, Taf. 69, Fig. 19.
1867 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 456, Taf. 39, Fig. 4.
1885 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 586, Taf. 46, Fig. 4.
v 1963 *Paracuariceras incisum* O. H. SCHINDEWOLF, S. 127, Taf. 6, Fig. 8; Taf. 7, Fig. 8—9; Abb. 3.

Holotypus: Original zu F. A. QUENSTEDT 1851, Taf. 30, Fig. 4; 1856, Taf. 69, Fig. 19; Geol.-Paläontol. Institut Tübingen Ce 4/69/19.

Locus typicus: Gammelshausen (Schwäbische Alb, Deutschland).

Stratum typicum: Braunjura zeta, *jason*-Zone; mittl. Callovium.

Diagnose: Einzige Art der Gattung *Paracuariceras,* mit stabförmigem, geradegestrecktem Gehäuse und hochovalem Querschnitt. Die stark reduzierte Lobenlinie besitzt im adulten Stadium zerschlitzte Sättel. Eine zusätzliche Ziselierung der Loben und Sättel kann mehr oder weniger deutlich ausgeprägt sein.

Dank der ausführlichen Beschreibung durch SCHINDEWOLF (1963, 127) erübrigen sich Wiederholungen. *Paracuariceras incisum* und *Acuariceras acuarius* lassen sich nach meiner Meinung in bezug auf Gehäusegestalt und Skulptur nicht unterscheiden. SCHINDEWOLF sah zwar leichte Unterschiede, hatte aber zum Vergleich nur wenig Material von einer einzigen Fundstelle zur Verfügung. Zwei weitere, bisher unbekannte Fundpunkte wurden von mir in Südfrankreich entdeckt. Das dort gesammelte Material, es handelt sich um 34 unvollständige Exemplare von Lourac bei Aubenas (Dép. Ardèche) und um ein Fragment von Vauvenargues bei Aix en Provence, ergab neue Gesichtspunkte. Das schwäbische Material stammte bisher ausnahmslos von Gammelshausen. Vor kurzem erreichten mich außerdem zwei Neufunde vom Erkenberg bei Neidlingen über Kirchheim/Teck.

Das neue, insbesondere südfranzösische Material ist in Skulptur und Gehäusegestalt leicht variabel und gleicht die geringen Unterschiede zu *Acuariceras acuarius* aus. So bleibt zur Unterscheidung allein die Zerschlitzung der Lobenlinie, die bei *Acuariceras acuarius* fehlt, und die SCHINDEWOLF (1963) als generisches Merkmal auffaßte. In der Ausbildung der Adultsutur zeigen sich Abweichungen zwischen dem süddeutschen und dem südfranzösischen Material. U_2, der normalerweise tiefer als der Laterallobus zurückgreift, kann vom L erreicht oder übertroffen werden. Ähnliches wurde schon bei *Parapatoceras* beobachtet (Abb. 13). Bei dieser Variabilität stellt sich natürlich die Frage, ob die Sutur zur Unterscheidung von Gattungen ausreicht, zumal nunmehr die Lobenlinien von *Paracuariceras* und *Parapatoceras* nicht zu trennen sind. Die Suturunterschiede zwischen *Paracuariceras* und *Acuariceras* sind dagegen deutlich. Vielleicht würde auch hier ein umfangreicheres Material die Unterschiede verwischen. Da mir indes zur Gattung *Acuariceras* keine neuen Stücke vorliegen, möchte ich an der bisherigen Auffassung nichts ändern. So unterscheiden sich die 3 Oberdogger-Gattungen durch Merkmale sehr unterschiedlicher Art. In einem Fall (*Parapatoceras* — *Paracuariceras*) sind es die Gehäusegestalt und die Skulptur und im anderen Fall (*Paracuariceras* — *Acuariceras*) ist nur die Lobenlinie.

Vorkommen: Das württembergische Material verteilt sich auf zwei Fundstellen (Gammelshausen und Neidlingen). Beide Vorkommen liegen im mittleren Callovium (*jason*-Zone). In Südfrankreich kommt *Paracuariceras* schon früher vor, und zwar hier schon im unteren Callovium (*macrocephalus*-Zone) zusammen mit *Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tuberculatum*, reicht aber nicht höher ins mittlere Callovium (Abb. 17).

Material: 43 Exemplare.

Genus: *Acuariceras* L. F. SPATH 1933

Typusart: *Baculites acuarius* QUENSTEDT 1887.

Acuariceras acuarius (QUENST.)

(Abb. 7h; Abb. 13e; Taf. 9, Fig. 7—10)

1848 *Baculites acuarius* F. A. QUENSTEDT, S. 295, Taf. 21, Fig. 15a, 15c—e; non Fig. 15b.
non 1851 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 456, Taf. 39, Fig. 4.
1856 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 523, Taf. 69, Fig. 18; non Fig. 19.
non 1867 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 456, Taf. 39, Fig. 4.
1884 *Leioceras acuarium* (QUENST.). — R. HOERNES, S. 325.
1885 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 586, Taf. 46, Fig. 3; non Fig. 4.
v 1887 *Baculites acuarius* QUENST. — F. A. QUENSTEDT, S. 809, Taf. 90, Fig. 30—31.
1887 *Baculites acuarius* QUENST. — A. J. A. ZAKRZEWSKI, S. 135, Taf. 1, Fig. 12.
1933 *Acuariceras acuarium* (QUENST.). — L. F. SPATH, S. 681.
v 1961 *Acuariceras acuarium* (QUENST.). — O. H. SCHINDEWOLF, S. 730, Abb. 47a—b.
v 1963 *Acuariceras acuarium* (QUENST.). — O. H. SCHINDEWOLF, S. 120, Taf. 6, Fig. 1—7; Taf. 7, Fig. 1—6; Taf. 8, Fig. 5; Abb. 1—2.

Neotypus: Original zu QUENSTEDT 1887, Taf. 90, Fig. 31, Geol.-Paläontol. Institut Tübingen. (Neotypus aufgestellt von SCHINDEWOLF 1963.)
Locus typicus: Gammelshausen (Schwäbische Alb, Deutschland).
Stratum typicum: Braunjura zeta, mittl. Callovium (*jason*-Zone).

Diagnose: Einzige Art der Gattung *Acuariceras*, mit einem kleinwüchsigen, stabförmig-gestreckten (rhabdocertiden) Gehäuse von hochovalem Querschitt. Die stark reduzierte Lobenlinie ist unzerschlitzt.

Das Original QUENSTEDTS (1848, Taf. 21, Fig. a, c—e) ist nicht mehr vorhanden. *Acuariceras acuarius* ist eine seltene Form innerhalb der Dogger-Heteromorphen. Seit den Untersuchungen von SCHINDEWOLF (1963) ist kein weiteres Stück mehr hinzugekommen. So beschränken sich die bisherigen Funde auf den schwäbisch-fränkischen

Jura (Gammelshausen, Boll und Ützing), und zwar auf das mittlere Callovium (*jason*-Zone).

Der ausführlichen Beschreibung von SCHINDEWOLF (1963) ist kaum etwas hinzuzufügen. Die Gattung *Acuariceras* zeigt nur geringe morphologische Unterschiede zur Gattung *Paracuariceras* (siehe auch dort). Nur die Lobenlinie stellt ein sicheres Kriterium zur Unterscheidung dar. *Acuariceras* besitzt eine Sutur ohne jegliche Zerschlitzung (Abb. 13e), die zwischen E und I nur zwei Loben enthält. Ob die Lobenlinie bei mehr Material, insbesondere von anderen Fundpunkten, nicht doch variiert — wie bei den anderen Dogger-Heteromorphen — kann nicht gesagt werden.

Fälschlicherweise als Jura-Heteromorphe beschriebene Fossilreste

Arcuceras marthae POTONIÉ

QUENSTEDT (1886, Taf. 70, Fig. 45) beschrieb einen „Hamiten" aus dem Lias Württembergs. POTONIÉ (1929) beschrieb diesen Fund als *Arcuceras marthae* (S. 226). ARKELL (1950; 1957) zog aus diesem Fund weitreichende Schlüsse und leitete die Spiroceraten des Mitteldogger von „*Arcuceras marthae*" ab. DONOVAN & HÖLDER (1958) untersuchten diesen sogenannten Lias-Heteromorphen und erkannten darin den Rest eines Crinoiden.

Ancyloceras Ischeri FAVRE

Die von FAVRE (1876, S. 60, Taf. 6, Fig. 4—6) beschriebenen sogenannten heteromorphen Oxford-Ammoniten *Ancyloceras Ischeri* und *Ancyloceras* sp. aus dem Oxfordium (Couche à *Amm. bimammatus*) der Freiburger Alpen/Schweiz, sind in Wirklichkeit ein tektonisch deformiertes *Epipeltoceras* und ein Perisphinctide. Beide Ammoniten wurden zusätzlich durch Präparation entstellt. Wie das Studium der Originalstücke außerdem zeigte, ist die zeichnerische Wiedergabe durch FAVRE stark idealisiert.

Ancyloceras Mosellense TERQUEM

TERQUEM (1857) beschrieb aus dem oberen Lias der Umgebung von Metz (Dép. Moselle)/Frankreich einen Heteromorphen. MAUBEUGE (1947) wies nach, daß es sich bei diesem Fund um keinen Ammoniten handelt.

Helicoceras alpinum THALMANN

THALMANN (1923)*) beschrieb einen Ammoniten aus dem Aalenium der Schildhorngruppe (Pletschbach bei Müssen)/Schweiz als Heteromorphen. POTONIÉ (1929) hatte dieses Stück zur Hand und erkannte darin keinen aberranten Ammoniten. Der Fund ist schon zu POTONIÉs Zeiten unwiederherstellbar zerfallen. Vermutlich handelte es sich hierbei um einen Ammoniten der Gattung *Tmetoceras* (WESTERMANN 1956).

---

*) Zitat s. Fußnote S. 17.

Bestimmungsschlüssel

	a	b	c	d	e	f	g
Spir. orbignyi	○	○	○	○	○	△	○
Spir. annulatum	○	□	○	△	○/□	○	○
Spir. sauzeanum	○	○	○/□	○/□	○	○	△
Spir. fourneti		○	○	×	○	△	○
Spir. cylindricum		□	○	△	□/△	△	○
Spir. obliquecostatum	○	□	○	△	○	○	△
Spir. laevigatum	○	△	□/△	△	△	△	△
Parap. distans	□	□/△	○	○	○	△	○
Parap. tuberculatum	□	△	○	○	○	○	△
Parap. tenue		△	○	△	○	○	△
Parac. incisum	□	△	□/△	△	△	○	△
Ac. acuarius	△	△	□/△	△	△	○	△

○ = deutlich
□ = schwach
△ = fehlt
× = besitzt Rippen, die Knoten tragen, als auch solche, die unbeknotet sind (siehe Taf. 3, Fig. 7, 8 u. Taf. 4, Fig. 1).

Bei Feldern ohne Markierung ist das entsprechende Merkmal mangels geeigneten Materials nicht beobachtet worden.

a = Zerschlitzung der Lobenlinie
b = Stärke des oraden Rippenschwungs auf der Internseite
c = Ausbildung der Skulptur
d = Knoten oder Stacheln
e = Ventralband
f = Rippen stehen protrakt
g = Rippen stehen radial

Anmerkungen zum Bestimmungsschlüssel:

1. Die Innenwindungen mit einem Durchmesser unterhalb 2 mm sind bei der Gattung *Spiroceras* in der Regel nur schwer bestimmbar oder unbestimmbar.
2. Die Doppelmarkierung bei *Spir. annulatum* (Feld e) und *Spir. sauzeanum* (Feld c u. d) weist auf einen Skulpturwechsel im Bereich der Wohnkammer bei adulten Tieren hin. Die übrigen Doppelmarkierungen sollen zeigen, daß die Skulptur innerhalb der Art variieren kann.
3. Extreme Varianten, wie sie etwa bei *Spiroceras orbignyi* (Taf. 1, Fig. 5) auftreten, konnten in diesem Bestimmungsschlüssel nicht berücksichtigt werden.
4. Da in der Mehrzahl nur Fragmente von Heteromorphen zur Bestimmung vorliegen dürften, wurde die Spiralform hier als Bestimmungsmerkmal nicht berücksichtigt, zumal sie bei einigen Arten sehr variabel ist.
5. Das Zeichen für „deutlich" in Feld f und g bei *Spir. annulatum* bedeutet, daß auf den Jugendwindungen die Rippen radial stehen können, während sie auf den adulten Gehäusestadien immer schräg verlaufen.
6. Beispiele für den Gebrauch des Bestimmungsschlüssels:

a/○ = Abb. 11, a—e
a/□ = Abb. 13, a—d; Abb. 17, a—e
a/△ = Abb. 13, e

b/○ = Taf. 1, Fig. 4b; Taf. 4, Fig. 1c.
b/□ = Taf. 6, Fig. 2b, 4b.
b/△ = Taf. 8, Fig. 2b, 3c, 5c.

c/○ = Taf. 1, Fig. 2, 4; Taf. 7, Fig. 10; Taf. 8, Fig. 11.
c/○/□ = Taf. 5, Fig. 1 (□), 3, 4 (○).
c/□/△ = Taf. 7, Fig. 8, 9; Taf. 9, Fig. 3—10.

d/○ = Taf. 1, Fig. 3; Taf. 1, Fig. 4a; Taf. 4, Fig. 1b; Taf. 8, Fig. 2a, 3a, 5a, 7a.
d/○/□ = Taf. 4, Fig. 2 (Wohnk. □, Phragmokon ○).
d/△ = Taf. 3, Fig. 4a; Taf. 6, Fig. 2a, 3b, 4c; Taf. 7, Fig. 7, 10.

e/○ = Taf. 1, Fig. 4a, Taf. 4, Fig. 3b; Taf. 8, Fig. 3a.
e/□/△ = Taf. 3, Fig. 5b, 4b.
e/△ = Taf. 7, Fig. 7; Taf. 9, Fig. 5, 8, 9.

f/○ = Taf. 3, Fig. 6a; Taf. 4, Fig. 2; Taf. 6, Fig. 1; Taf. 8, Fig. 3b; Taf. 9, Fig. 6.
f/△ = protrakt stehende Rippen kommen nicht vor.

g/○ = Taf. 1, Fig. 2a, 4c; Taf. 3, Fig. 3; Taf. 7, Fig. 2, 3, 4, 5, 6a; Taf. 8, Fig. 8a.
g/△ = radial stehende Rippen kommen nicht vor.

5. Phylogenie

Über den Ursprung der Dogger-Heteromorphen gab es früher verschiedene Ansichten. Erst in neuerer Zeit setzte sich mit den Arbeiten von WESTERMANN (1956, 272) und SCHINDEWOLF (1963, 141) die Meinung durch, in der Gattung *Strenoceras* die Stammform der aberranten Ammoniten des Dogger zu sehen. Die nahe Beziehung sah schon QUENSTEDT (1843, 363), nur waren für ihn die „Hamiten" des Dogger kranke Exemplare des normal aufgerollten *„Ammonites bifurcatus"* = (teilweise) *Strenoceras subfurcatum* (ZIETEN). OCHOTERENA (1963) schlug *Parastrenoceras* als Stammform vor. Tatsächlich besteht auch hier gute Übereinstimmung hinsichtlich Gehäusegestalt und Skulptur. Dies mag auch für die Gattung *Bajocia (humphriesianum-*Zone) gelten, die STURANI (1971, 169) als möglichen Vorfahren der Spiroceraten zur Diskussion stellt.

Sowohl bei *Strenoceras* als auch bei *Parastrenoceras* gibt es Formen, die einfache, ungespaltene Rippen wie die Spiroceraten besitzen. *Bajocia* besitzt sogar nur Einfachrippen, weicht jedoch sonst vom Skulpturbild von *Spiroceras* stark ab. SCHINDEWOLF (1965, 237) machte bereits bei der Gattung *Strenoceras* auf die gute Übereinstimmung aufmerksam. Einige Vertreter von *Strenoceras subfurcatum* stimmen zum Beispiel auch in der Art der Beknotung mit *Spiroceras orbignyi* gut überein. ARKELL (1950, 359) hielt wohl deshalb *Strenoceras* für ein eingerolltes *Spiroceras*. Diese

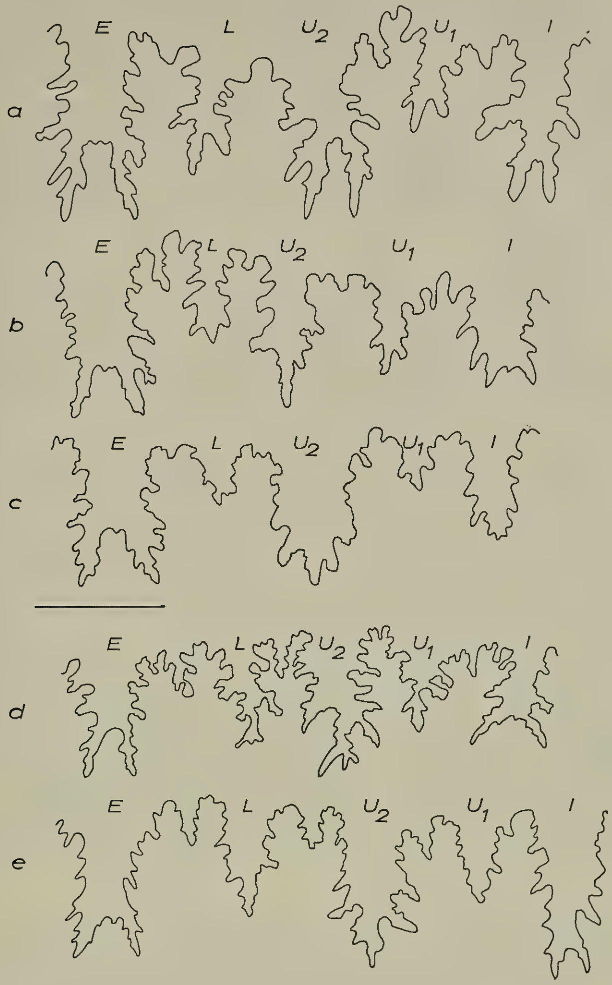


Abb. 11. Gesamtsuturen von *Spiroceras*.

a. *Spiroceras sauzeanum* (d'Orb.), Orig. zu Quenstedt 1887, Taf. 70, Fig. 13, Eningen unter Achalm, Oberbajocium. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen; bei Wh 10 mm.

b. *Spiroceras sauzeanum* (d'Orb.), Orig. zu Potonié 1929, Taf. 17, Fig. 1—2, Eningen unter Achalm, Oberbajocium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22310; bei Wh 8,8 mm.

c. *Spiroceras sauzeanum* (d'Orb.), Aldea del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien, Oberbajocium, *garantiana*-Zone. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22926; bei Wh 8,5 mm.

d. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Orig. zu Dietl 1974, Taf. 1, Fig. 2, Rabanera del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien, Oberbajocium, *subfurcatum*-Zone. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen; bei Wh 18 mm.

e. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé), Eningen unter Achalm, Oberbajocium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22963; bei Wh 11,7 mm.

Fig. 11. Suture lines of *Spiroceras*.

Auffassung hat dann WESTERMANN (1956, 272) abgelehnt. Er hat außerdem überzeugend dargelegt, daß die Fünflobigkeit der Adultsutur von *Spiroceras* durch die mechanischen Erfordernisse der Entrollung bedingt sei. So entfällt auch dieses Merkmal, das man eventuell gegen eine Abstammung der Spiroceraten von den Strenoceraten ins Feld führen könnte. Auch stratigraphische Gründe entfallen als Argument gegen eine Herkunft von den Strenoceraten, denn diese treten zumindest gleichzeitig oder sogar etwas früher als die Gattung *Spiroceras* auf.

Wenn, wie CALLOMON (1963, 37) annahm, *Strenoceras* die ohrentragende sexuelle Kleinform zu gewissen Garantianen ist, müßten wir als Wurzel von *Spiroceras* auch bestimmte Formen der Gattung *Garantiana* (z. B. *Pseudogarantiana*) in Betracht ziehen. Das morphologische Spektrum der verschiedenen Arten von *Spiroceras* läßt diese Möglichkeit offen.

Mit *Spiroceras sauzeanum, Spiroceras orbignyi, Spiroceras fourneti* und *Spiroceras cylindricum* treten gleich vier Arten annähernd gleichzeitig auf. Es gibt bisher keine Hinweise dafür, daß eine von ihnen erheblich älter und somit die Stammform der anderen ist. Eine mehrfache Abspaltung von verschiedenen Arten der *Strenoceras-Parastrenoceras*-Gruppe ist nicht auszuschließen.

Nach SCHINDEWOLF (1963; 1965) erfolgte die Entwicklung von „*Apsorroceras*" zu *Spiroceras*, wenn man die Zerschlitzung der Lobenlinie zu Rate zieht und die stratigraphische Aufeinanderfolge berücksichtigt. Wie schon auf S. 32 dargelegt, ist die Gattung „*Apsorroceras*" als jüngeres Synonym von *Spiroceras* aufzufassen und keineswegs stratigraphisch älter als die anderen Heteromorphen. Die von SCHINDEWOLF (1963, 1965) herausgestellten Kriterien, wie zum Beispiel kräftige Zerschlitzung und wohlentwickelter U_1, finden sich genauso bei *Spiroceras*. Auch der noch bei „*Apsorroceras*" zweispitzige I, den SCHINDEWOLF (1965) unter anderem als Hinweis für die verwandtschaftliche Nähe zu *Strenoceras* ansah, findet sich bei *Spiroceras*. Zudem ist dieses Merkmal keineswegs konstant und daher nur von geringer Bedeutung. Bei *Spiroceras* einschließlich „*Apsorroceras*" beobachten wir teils einen bifiden, teils einen trifiden I und auch Übergänge zwischen beiden. Hier verhalten sich die Spiroceraten wie die übrigen Vertreter der Parkinsoniidae, zu denen SCHINDEWOLF (1965) auch die Strenoceraten zählte. Die Systematik der Parkinsoniidae bereitet aber, wie SCHINDEWOLF (1965, 237) selbst feststellte, noch große Schwierigkeiten; ihre Einheitlichkeit ist unsicher.

Die Vermutung (briefliche Anfrage von J. H. CALLOMON, London 1975), die Spiroceraten könnten die sexuellen Partner von normal aufgerollten Strenoceraten sein, läßt sich leicht entkräften. Erstens besteht keineswegs bei allen Spiroceraten-Arten skulpturelle Übereinstimmung mit *Strenoceras*, und zweitens ist im Falle dieser Übereinstimmung, wie zum Beispiel bei *Spiroceras orbignyi* und *Strenoceras subfurcatum*, die Lebensdauer der Art verschieden, was natürlich Dimorphismus ausschließt. STURANI (1971, 169) hat schon solche Ansichten verworfen und die Beziehungen mancher Spiroceraten zu *Pseudogarantiana* diskutiert.

Die morphologische Nähe von *Spiroceras* zum normal aufgerollten *Strenoceras* ist in jedem Falle so groß, daß eine eigene Familie Spiroceratidae, wie sie HYATT (1900) aufgestellt hat, oder gar eine Superfamilie Spiroceratacea (ARKELL 1957) eine Überbewertung der systematisch wie phylogenetisch unbedeutenden einzigen Gattung *Spiroceras* wäre, deren stratigraphische Reichweite außerdem nur wenig mehr als 2 Ammoniten-Zonen umfaßt. Zudem besteht nach meinen Ergebnissen keine unmittelbare phylogenetische Beziehung zu *Parapatoceras, Paracuariceras* und *Acuariceras*. Da die Gattung *Spiroceras* mehrere selbständige Arten umfaßt und ihre Gehäuseaberranz eine gewisse Besonderheit unter den Ammoniten darstellt, sollte man dies durch eine eigene Unterfamilie Spiroceratinae herausstellen.

Entgegen der Auffassung von SCHINDEWOLF (1963, 1965), OCHOTERENA (1966), WIEDMANN (1969) u. a. leiten sich die Parapatoceraten anscheinend nicht von *Spiroceras* ab. Eine monophyletische Entwicklung, wie sie die oben genannten Autoren annahmen, hätte zur Konsequenz, daß entweder die Gattung *Spiroceras* bis in das Oberbathonium (OCHOTERENA 1966, Abb. 5) hinaufreichen müßte, oder die Gattung *Parapatoceras* schon im Oberbajocium einsetzen müßte, um die nötigen Übergänge zu erhalten. *Spiroceras* und *Parapatoceras* wurden aber bisher in keinem Profil dicht übereinander oder gemeinsam in einer Schicht gefunden. Eine andere Möglichkeit wäre die, daß sich die Spiroceraten sekundär wieder eingerollt hätten, was zum Beispiel WIEDMANN (1966; 1969) von Kreide-Heteromorphen beschreiben konnte. Dafür gibt es aber im Jura bisher keine sicheren Hinweise*). Sicherlich muß man in der Paläontologie immer mit großen Überlieferungslücken rechnen. Aus dieser Sicht wäre das heteromorphenfreie Unter- und Mittelbathonium kein Beweis gegen eine monophyletische Entwicklung. In diesem Zeitraum könnten sich tatsächlich die morphologischen Entwicklungsschritte abgespielt haben, die von *Spiroceras* zu *Parapatoceras* führten. Wenn man aber davon ausgeht, daß der Schritt vom normal aufgerollten zum aberranten Ammoniten zumindest im Jura sehr klein ist, ist ein mehrfaches Abspalten von verschiedenen Normal-Ammoniten durchaus möglich. So glaube ich, in der Gattung *Epistrenoceras* des Oberbathonium die Wurzel oder zumindest einen sehr engen Verwandten zu *Parapatoceras* gefunden zu haben. Die Übereinstimmungen in Gehäusegestalt, Skulptur und Lobenentwicklung zwischen *Epistrenoceras histricoides*, und *Parapatoceras distans* sind noch viel enger als die von *Strenoceras* (beziehungsweise *Parastrenoceras, Bajocia)* und *Spiroceras*. So beobachtet man bei *Epistrenoceras histricoides* ähnliche Skulpturverhältnisse zumindest auf den inneren Windungen wie bei *Parapatoceras* (Taf. 10, Fig. 1). Die Rippen sind einfach und ungespalten und tragen jeweils 2 Knötchen, wovon das externe, das am Rand eines Ventralbandes liegt, stärker ausgebildet ist. Der einzige Unterschied zum Skulpturbild von *Parapatoceras distans* ist darin zu sehen, daß die Rippen bei *Epistrenoceras histricoides* im adulten Stadium auf der Flanke ein Chevron bilden können, welches aber nicht immer deutlich ausgeprägt ist. *Epistrenoceras histricoides* besitzt ein sehr evolutes Gehäuse, an dem bei zahlreichen Individuen Anzeichen von Gehäuseaberranz erkennbar sind. Dies trifft zumindest für Material zu, welches in der Gegend von Aubenas (Dép. Ardèche), Frankreich, gesammelt wurde. *Epistrenoceras* setzt dort etwas früher als *Parapatoceras distans* ein und kommt noch mit letzterem gemeinsam vor.

Etwa ab einer Windungshöhe von 4 mm verliert sich bei *Epistrenoceras histricoides* allmählich die konkave Innenwindungszone, und der Gehäusequerschnitt wird kreisförmig bis hochoval, wie dies sonst nur bei Heteromorphen üblich ist. Kontakt zwischen Außenwindung und Innenwindung bewirken in diesem Stadium nur noch die Extern-Stacheln der Innenwindung. Ähnliches beobachtet man auch bei der Kreideheteromorphen-Gattung *Crioceratites*, nur daß die Außenwindung bei *Epistrenoceras* auf ihrer Internseite noch zwei schlitzartige Furchen trägt, in denen sich die Vertiefungen für die jeweiligen Stachelenden der nächst inneren Windung befinden (Taf. 10, Fig. 2). Bei den Epistrenoceraten, die keine Gehäuseaberranz zeigen, ist jedoch die Innenwindungszone zumindest sehr flach. Krankheit als Ursache für diese Gehäuseaberranz ist unwahrscheinlich, da etwas mehr als $1/5$ der untersuchten Individuen diese Erscheinung zeigen. Es wurden 56 Exemplare auf diese Gehäuseaberranz untersucht.

---

*) Vielleicht wäre *Sulcohamites eimensis* WETZEL 1937 aus dem Unterbathonium von Eimen (Hils)/Nordd. ein solcher Fall. Die Lobenlinie ist bei diesem Stück stark reduziert und besteht nur aus den Elementen E L U_2 U_1 I. Leider wurde von dieser Form nur ein kleines Windungsfragment gefunden. Um genauere Aussagen machen zu können, müßte man die Lobenentwicklung von *Sulcohamites* genau kennen. W. WETZEL (1937) stellte *Sulcohamites* in die Nähe von *Morphoceras*.

Auch auf den innersten Windungen von *Epistrenoceras histricoides* lassen sich Gehäuseunregelmäßigkeiten beobachten. Zwar sind die ersten 13 Kammern noch normal aufgerollt, aber danach macht die Spirale einen deutlichen Knick, was zu einem Abheben der Windung über eine kurze Strecke führt (Taf. 10, Fig. 3). Etwa ab der 20. Kammer findet die äußere Windung wieder den Kontakt mit der inneren. Normalammonitisches Spiralwachstum folgt nun im weiteren Verlauf und wird nur bei einigen Individuen später durch die oben beschriebene Erscheinung nochmals unterbrochen. Eine Gehäuseunregelmäßigkeit, wie die zuletzt beschriebene, läßt an eine diagenetische Verformung denken, wie sie bei in Pyrit erhaltenen Ammoniten häufig ist. Da das Untersuchungsmaterial aus oxydiertem Pyrit besteht, möchte ich die Möglichkeit der diagenetischen Verformung nicht ganz ausschließen. Dennoch ist eine organische Entstehung wahrscheinlicher, weshalb diese Beobachtung auch ausführlicher dargestellt worden ist.

Die Suturentwicklung von *Epistrenoceras histricoides* war bisher nicht bekannt. Das südfranzösische Material ermöglichte die Darstellung der Lobenontogenie. *Epistrenoceras histricoides* beginnt mit einer normalen quinquelobaten Primärsutur. Abweichend von den Strenoceraten und Garantianen des Oberbajocium kommt es im Verlauf der Lobenontogenie zu einer Einsattelung des Lobenbodens im Bereich des U_1 (Abb. 12, 2c). Diese Einsattelung nimmt ein solches Ausmaß an, daß der Ausgangslobus U_1 im weiteren Verlauf schließlich in zwei anscheinend selbständige Lobenelemente zerfallen kann (Abb. 12, 2b). Hier handelt es sich also nicht um eine echte

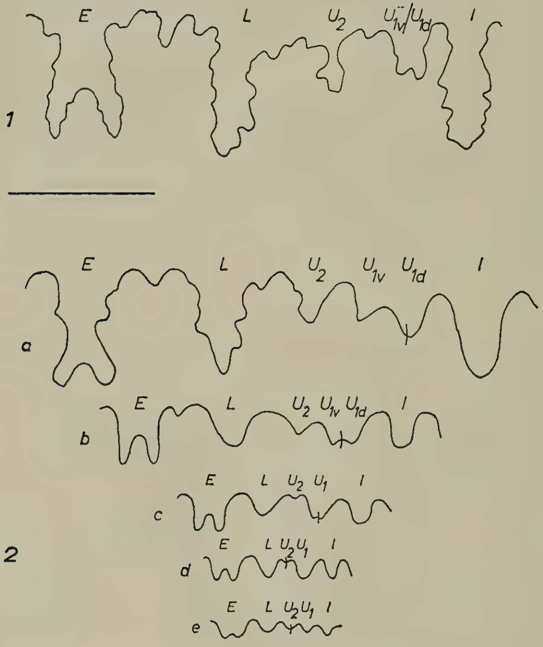


Abb. 12. Gesamtsuturen und Lobenentwicklung von *Epistrenoceras histricoides* (ROLLIER).

1. *Epistrenoceras histricoides* (ROLLIER), Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich, Oberbathonium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22965; bei Wh 4,1 mm.
2. *Epistrenoceras histricoides* (ROLLIER), Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich, Oberbathonium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22957; a bei Wh 4,0 mm.

Fig. 12. Suture lines and development of lobes of *Epistrenoceras histricoides*.

Lobenbildung, die laut Definition nur durch Sattelspaltung auftreten kann. Vielmehr liegt hier nur der Fall einer Lobenspaltung vor. Nach WIEDMANN (1970) bezeichnen wir die dabei neu aufgetretenen Lobenelemente als U_{1v} und U_{1d}. Die Adultsutur von *Epistrenoceras histricoides* umfaßt demnach nur die Elemente E L U_2 U_{1v} U_{1d} I. Wir haben es hier also im Vergleich mit den übrigen Ammoniten der Parkinsoniidae mit einer reduzierten Lobenlinie zu tun, die der der Jura-Heteromorphen sehr nahe steht. Berücksichtigt man noch den geringen Zerschlitzungsgrad, ergibt sich eine gewisse Übereinstimmung mit der bei *Parapatoceras* beobachteten Adultsutur, nur daß bei *Epistrenoceras histricoides* der L normal-ammonitisch groß geblieben und U_2 das kleinste Lobenelement geworden ist.

Mit *Epistrenoceras histricoides* besitzen wir also einen Ammoniten, der bei oberflächlicher Betrachtung zu den normal aufgerollten Ammoniten gerechnet wird, tatsächlich aber zwischen diesen und den Parapatoceraten vermittelt. Da *Epistrenoceras histricoides* zumindest in Südfrankreich etwas früher als *Parapatoceras distans* einsetzt, und dann mit diesem bis an die Wende Bathonium/Callovium gemeinsam vorkommt, bietet er sich als Vorfahre der Oberdogger-Heteromorphen geradezu an. *Parapatoceras distans* und *Epistrenoceras histricoides* als Dimorphen-Paar zu deuten, verbietet sich, da sie zu verschiedenen Zeiten einsetzen. Außerdem reicht *Parapatoceras distans* bis in das untere Callovium, wo *Epistrenoceras histricoides* nicht mehr vorkommt.

Es läßt sich natürlich nicht ausschließen, daß bei dem geringen zeitlichen Unterschied, der zwischen dem Einsetzen von *Epistrenoceras histricoides* und *Parapatoceras distans* liegt, eigentlich beide eine gemeinsame Wurzel besitzen, aus der sie sich dann parallel zueinander entwickelt haben könnten. Über diese gemeinsame Wurzel bestehen bisher nur unsichere Vorstellungen. ARKELL (1957) rechnet *Epistrenoceras* zu den Parkinsoniidae. Vergleichen wir aber die Lobenlinie von *Epistrenoceras histricoides* mit der anderer Ammoniten der Parkinsoniidae, so ergibt sich wenig Übereinstimmung. Allein die Skulptur von *Epistrenoceras* weist auf Beziehungen zu einigen Strenoceraten des Oberbajocium hin. Der große zeitliche Unterschied zwischen dem Auftreten von *Strenoceras* (beziehungsweise *Parastrenoceras*) und *Epistrenoceras* — Oberbajocium (beziehungsweise Oberbathonium) — macht es wahrscheinlich, daß die morphologische Ähnlichkeit eher auf Konvergenz beruht. So möchte ich *Epistrenoceras histricoides* vorläufig nur mit Vorbehalt mit den Parkinsoniidae in Verbindung bringen.

Die Parapatoceratinae umfassen nach meiner Meinung die Heteromorphen-Gattungen *Parapatoceras, Paracuariceras* und *Acuariceras.* Schon von SPATH (1933) wurde *Acuariceras* als Abkömmling von *Parapatoceras* aufgefaßt. SCHINDEWOLF (1963, 1965), der sonst bevorzugt die Lobenlinie zu phylogenetischen Schlußfolgerungen heranzog, bewertete in diesem Fall Gehäusegestalt und Skulptur stärker. Er verknüpfte seine neue Gattung *Paracuariceras* mit *Acuariceras* und leitete beide von den Lytoceraten ab. OCHOTERENA (1966) und WIEDMANN (1969) widersprachen dieser Auffassung und hielten wieder *Parapatoceras* für den Vorläufer von *Paracuariceras* und *Acuariceras,* was eigentlich konsequenter ist, denn schon SCHINDEWOLF (1963, 120) beschrieb die Lobenlinie von *Paracuariceras incisum* als „auf einer ähnlichen Entwicklungs- oder besser Rückbildungsstufe“ stehend, „ wie die gewisser Formen von *Parapatoceras*“. Die Beziehungen zwischen *Parapatoceras, Paracuariceras* und *Acuariceras* wurden schon mehrfach an anderer Stelle dieser Arbeit (S. 43 u. 49) behandelt.

Betrachtet man zusätzlich die zeitliche Aufeinanderfolge der einzelnen Gattungen und Arten der Parapatoceratinae — die Spiroceratinae sind bereits an der Wende Bajocium/Bathonium ausgestorben — so ergeben sich folgende Zusammenhänge: Als stratigraphisch ältester Vertreter tritt nach *Epistrenoceras histricoides Parapatoceras distans* im Oberbathonium (*retrocostatum*-Zone) auf. Dieses älteste Vorkommen konnte bisher nur in Südfrankreich sicher festgestellt werden (Elmi 1967 u. eigene Aufsammlungen). Noch im Oberbathonium tritt *Parapatoceras tenue* auf. Seine Lobenlinie kennen wir nicht. Es ist aber anzunehmen, daß sie derjenigen von *Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tuberculatum* ähnlich ist. *Parapatoceras tuberculatum* erscheint erst im Untercallovium (*macrocephalus*-Zone), wird aber dort noch von den letzten Vertretern der Art *distans* begleitet. In der *macrocephalus*-Zone setzt, zumindest in Südfrankreich, auch *Paracuariceras incisum* ein und reicht in Süddeutschland bis in die *jason*-Zone des mittleren Callovium. *Acuariceras acuarius*

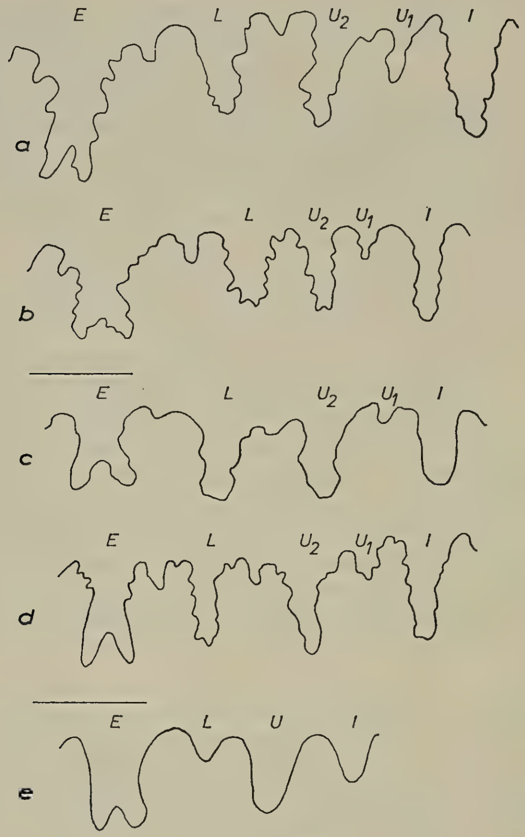


Abb. 13. Gesamtsuturen von *Parapatoceras* und *Acuariceras.*

a. *Parapatoceras distans,* Laurac bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich, Untercallovium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22954; bei Wh 3,8 mm.

b. *Parapatoceras distans*, Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich, Oberbathonium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22955; bei Wh 3,0 mm.

c. *Parapatoceras tuberculatum*, Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich, Untercallovium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 22956; bei Wh 2,9 mm.

d. *Parapatoceras tuberculatum,* Orig. zu Potonié 1929, Taf. 19, Fig. 49—50; Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland, mittl. Callovium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. 15595a; bei Wh 5,5 mm.

e. *Acuariceras acuarius,* Orig. zu Schindewolf 1963, Taf. 6, Fig. 3. Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland, mittl. Callovium. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart; bei Wh 2,6 mm.

Fig. 13. Suture lines of *Parapatoceras* and *Acuariceras* (a—e).

kennen wir nur von Württemberg und dort nur aus der *jason*-Zone. Das von PATRULIUS & POPA (1969) beschriebene *Acuariceras* aus dem Untercallovium der Rumänischen Karpathen gehört wohl eher zur Gattung *Paracuariceras*, die in diesem Niveau schon vorkommt.

Nach Morphologie, Lobenlinie und Alter scheint folgende Entwicklungslinie innerhalb der Oberdogger-Heteromorphen realisiert: *Parapatoceras distans — Parapatoceras tuberculatum — Paracuariceras incisum — Acuariceras acuarius.* Einer blind endenden Seitenlinie von *Parapatoceras distans* könnte *Parapatoceras tenue* angehören. Es ist kaum anzunehmen, daß das unbeknotete *Parapatoceras tenue* die Übergangsform zwischen dem deutlich beknoteten *Parapatoceras distans* und *Parapatoce-*

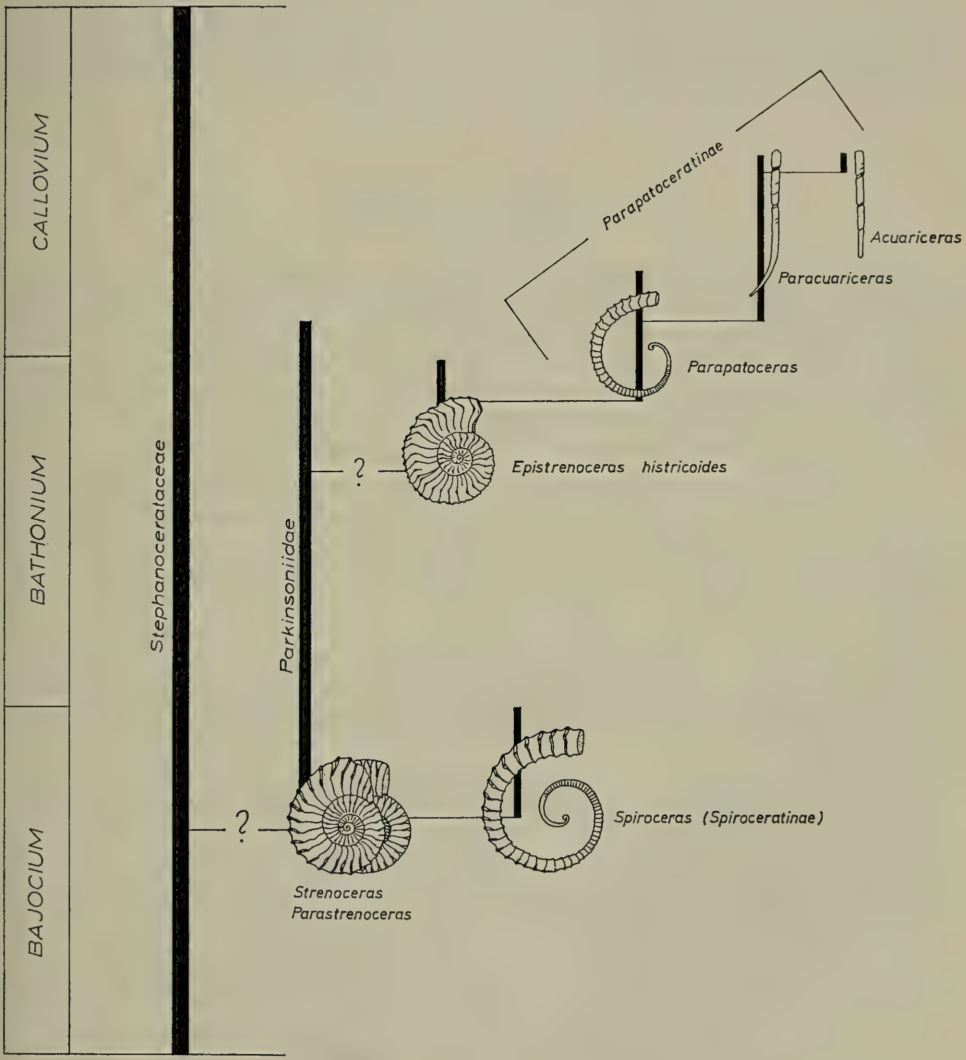

CALLOVIUM
BATHONIUM
BAJOCIUM
Stephanocerataceae
Parkinsoniidae
Parapatoceratinae
Acuariceras
Paracuariceras
Parapatoceras
?
Epistrenoceras histricoides
?
Strenoceras
Parastrenoceras
Spiroceras (Spiroceratinae)

Abb. 14. Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Dogger-Heteromorphen.

Fig. 14. The supposed evolution of the Dogger heteromorphs.

ras tuberculatum darstellt. *Parapatoceras boreale* steht, der Abbildung nach, *Parapatoceras tuberculatum* nahe, kommt aber nach BEHRENDSEN (1886) schon im Oberbathonium vor. Da bis heute kein weiterer Vertreter dieser Art gefunden wurde, und da die damaligen Angaben, die zeichnerische Wiedergabe und die stratigraphischen Funddaten nicht nachprüfbar sind, bleibt er außerhalb der phylogenetischen Betrachtung.

Die von FAVRE (1876, 60ff.) beschriebenen *Ancyloceras ischeri* und *Ancyloceras* sp. *indet. aus dem Oxfordium (Couche à Amm. bimammatus*) der Freiburger Alpen/ Schweiz sind in Wirklichkeit ein tektonisch deformiertes *Epipeltoceras* und ein Perisphinctide, die außerdem noch durch unsachgemäße Präparation entstellt wurden.

So erlöschen die Dogger-Heteromorphen mit den Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras,* die beide eine sehr reduzierte Lobenlinie und ein stark vereinfachtes, fast skulpturloses Gehäuse besitzen, noch im Dogger. Die Angaben über die stratigraphische Reichweite von *Parapatoceras* bis ins Oxfordium (ARKELL 1957) basieren wohl auf der Arbeit von FAVRE und sind damit zu korrigieren.

6. Paläobiogeographie

Schon in einer früheren Arbeit (DIETL 1973), deren Ergebnisse durch die vorliegende Untersuchung teilweise ergänzt werden müssen, wurde darauf hingewiesen, daß die Hauptfundpunkte der aberranten Dogger-Ammoniten in Europa liegen. Das liegt sicherlich zu einem großen Teil daran, daß die entsprechenden Schichten in Europa am besten untersucht sind. Wie die Arbeiten von A. v. HILLEBRANDT (1970 u. 1973) zeigten, ist bei gründlichen stratigraphischen Untersuchungen auch auf anderen Kontinenten ein reiches Material an Dogger-Heteromorphen zu finden.

Wenn zwar außerhalb Europas bisher nur wenige Fundpunkte mit insgesamt wenig Fundmaterial bekannt geworden sind, so können wir doch eine weltweite Verbreitung der Mitteldogger-Gattung *Spiroceras* annehmen. Das erfordert natürlich neben den geographischen auch die biologischen Voraussetzungen für eine solche Ausbreitung. Die Migrationsfähigkeit der Dogger-Heteromorphen wird auf S. 71 diskutiert. Eine ähnliche Verbreitung hatte anscheinend auch die Gattung *Parapatoceras,* wenn auch von ihr bisher nur wenige außereuropäische Funde vorliegen. Anders liegen die Verhältnisse bei den Callovium-Gattungen *Paracuariceras* und *Acuariceras,* die bis jetzt nur von Südfrankreich, Süddeutschland und Rumänien (siehe S. 18) bekannt geworden sind.

Wir besitzen also nur in den Gattungen *Spiroceras* und *Parapatoceras* kosmopolitische Vertreter der aberranten Dogger-Ammoniten. Dies steht eigentlich im Widerspruch zu ihrer Lebensweise (siehe S. 70). Tatsächlich scheinen unsere Formen an zahlreichen Stellen des damaligen Schelfmeeres immer wieder ihre spezifischen Lebensräume gefunden zu haben. Daß diese nicht überall anzutreffen sind, sehen wir nur bei kleinräumiger Betrachtung ihrer Verbreitung (Abb. 18).

Studieren wir jedoch auch die Verbreitung der einzelnen Arten, so ergeben sich auch großregionale Unterschiede in der Zusammensetzung der Faunenspektren.

Es wurden nur solche regionalen Faunen von Dogger-Heteromorphen ausgewertet, die aus mehr als 30 Individuen bestehen oder zumindest schon in der Literatur gut dargestellt sind. Hier mußte natürlich eine revidierende Bestimmung entweder anhand der Abbildung oder am Originalmaterial möglich sein. Von der Gattung *Spiroceras* wurden nur die Arten *sauzeanum, cylindricum, orbignyi, annulatum* und

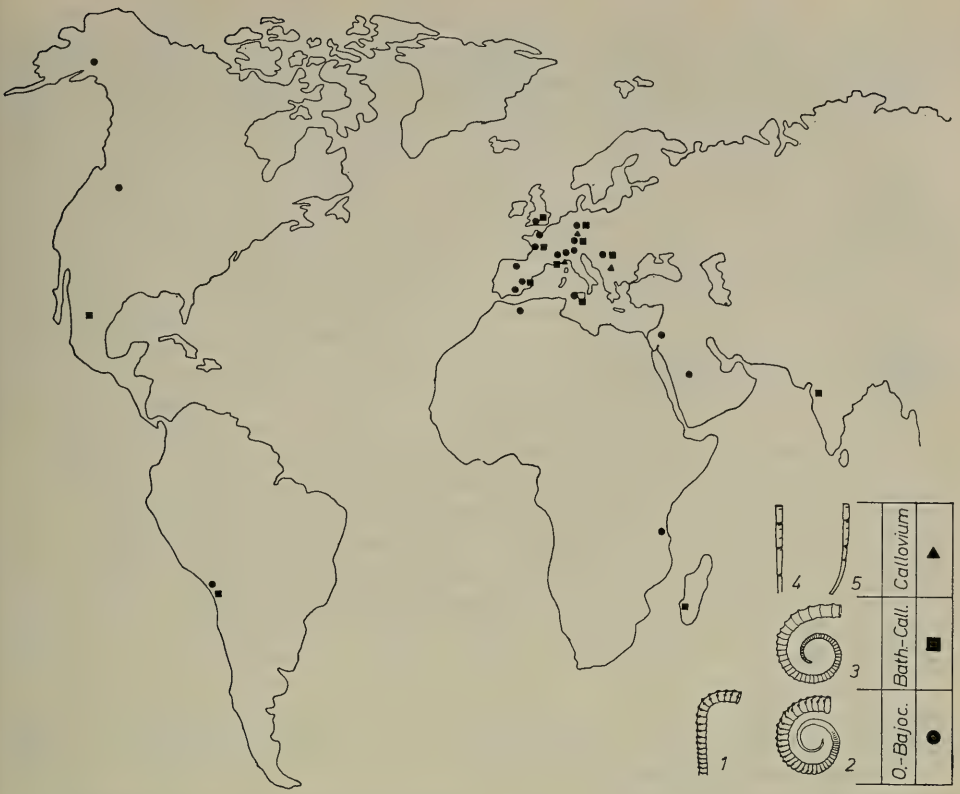


Abb. 15. Verbreitung der Dogger-Heteromorphen.
1—2 = *Spiroceras*; 3 = *Parapatoceras*; 4 = *Acuariceras*; 5 = *Paracuariceras*.

Fig. 15. The distribution of the Dogger heteromorphs.

fourneti ausgewertet. Die Arten *laevigatum, obliquecostatum, baugieri* und *cyphum* sind entweder zu selten oder müssen überhaupt in Frage gestellt werden. Geht man davon aus, daß die bisher bekannten Fundpunkte in Mittel-, West- und Südeuropa ausreichen, um Aussagen über die Verbreitung der einzelnen *Spiroceras*-Arten machen zu können, so zeigt sich, daß an verschiedenen Fundlokalitäten tatsächlich unterschiedliche Artenspektren zu beobachten sind. Obwohl die Spiroceraten-Faunen in der Regel 2 Ammoniten-Zonen entstammen, soll das jeweilige Artenspektrum im folgenden zusammen besprochen werden. Man kennt zwar inzwischen von Nordamerika Einzelfunde (IMLAY 1962; 1967), aber ein größeres Material, das über die Artenzusammensetzung eine gewisse Aussage erlaubt, liegt durch die Untersuchungen von A. v. HILLEBRANDT (1970; 1973) bisher nur von Südamerika (Chile) vor. Die Fauna ist dort verhältnismäßig artenarm und umfaßt nur *Spiroceras annulatum* und *Spiroceras orbignyi*.

In Europa liegt zum Beispiel von Spanien wesentlich mehr Material vor; es wurde ebenfalls in neuerer Zeit (SEYFRIED 1970; HINKELBEIN 1975; DIETL 1974 u. a.) gesammelt. Die Artenzahl ist hier im Vergleich zu Chile größer. Im subbetischen Jura (SEYFRIED 1970) wurden bisher nur zwei Heteromorphen-Arten (*Spiroceras orbignyi*

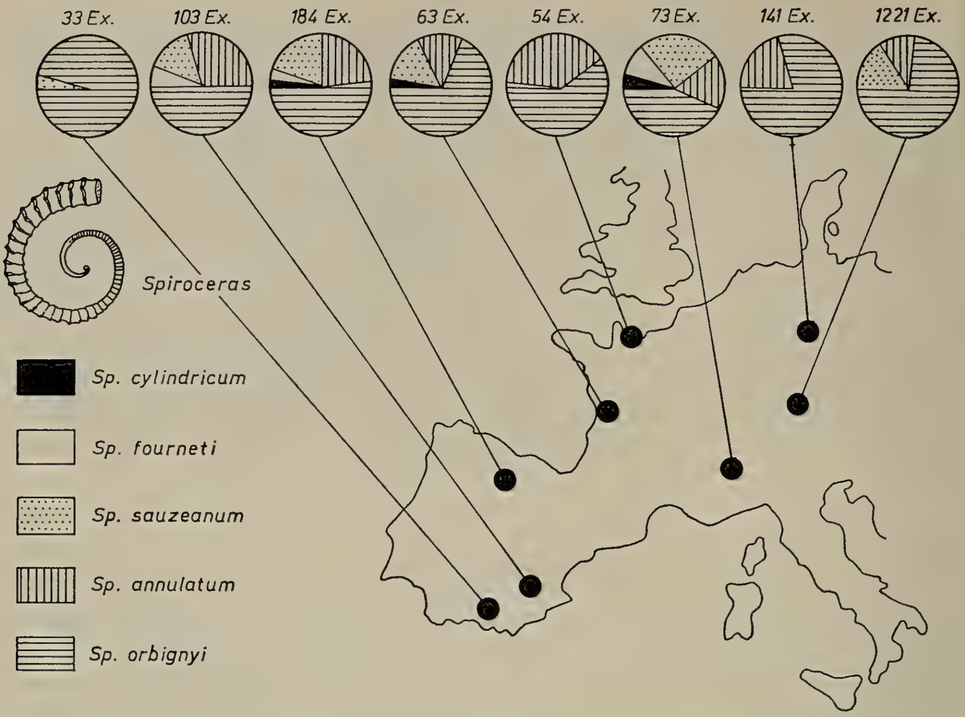


Abb. 16. Unterschiedlich zusammengesetzte Spiroceraten-Faunen von 2 Ammoniten-Zonen (*subfurcatum*-Zone, *garantiana*-Zone).

Fig. 16. Different composed faunas of Spiroceratids of two ammonite zones (*subfurcatum* Zone, *garantiana* Zone).

und *Spiroceras sauzeanum*) gefunden. Das Fehlen von Strenoceraten und Garantianen weist hier auf mediterrane Verhältnisse hin.

Von Süditalien (Sizilien) sind durch Wendt (1971) ebenfalls aus mediterranen Ablagerungen Spiroceraten bekannt geworden, die sich hauptsächlich auf die Arten *Spiroceras orbignyi* und *Spiroceras annulatum* verteilen. Die Spiroceraten-Funde, die Elmi (1969, 1971) in Algerien (Nordafrika) gemacht hat, gehören nach seinen Angaben dem Übergangsbereich zum mediterranen Jura an.

Spiroceras fourneti kommt nach bisheriger Kenntnis nur in einem Gebiet vor, welches Nord- und Ostspanien sowie Südfrankreich umfaßt.

Spiroceras sauzeanum, als fast völlig gestreckter heteromorpher Spirocerat besonders auffallend, fehlt anscheinend vollkommen in NW-Frankreich und NW-Deutschland und ist in England wieder etwas häufiger, während die stärker aufgerollten *Spiroceras annulatum* und *Spiroceras orbignyi* von dort weniger gut bekannt sind.

Schwieriger ist die Interpretation der Verbreitung der einzelnen *Parapatoceras*-Arten, da diese je nach dem Fundhorizont sehr verschieden häufig sind. So dominiert im Oberbathonium *Parapatoceras distans* gegenüber *Parapatoceras tuberculatum*, während im Untercallovium die Verhältnisse umgekehrt sind, aber beide noch zusammen vorkommen. Da ich nun von den untersuchten Gebieten nicht immer Material beider Niveaus besaß, war jeweils eine große Zahl von Parapatoceraten notwendig, um zumindest die Existenz der einen oder der anderen Art nachzuweisen oder auszuschließen. Es wurden auch hier nur die häufigeren Arten zur Auswertung herangezogen. Es sind dies die Formen *Parapatoceras distans*, *Parapatoceras tubercula-*

tum und *Parapatoceras tenue.* Von diesen drei kommt *Parapatoceras tenue* am seltensten vor. Das erklärt vielleicht, weshalb diese Art in Spanien fehlt, wo bisher ohnehin nur sehr wenig Parapatoceraten bekannt geworden sind, die sich auf *Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tuberculatum* verteilen. Von Südamerika (Chile) kennen wir dagegen ein großes Material (v. HILLEBRANDT 1970; 1973), welches neben *Parapatoceras distans* und *Parapatoceras tuberculatum* auffallend häufig *Parapatoceras tenue* enthält (10 % aller dort gefundenen Parapatoceraten). Von Mexiko ist dagegen bisher nur *Parapatoceras distans* bekannt. Sonst kommt *Parapatoceras tenue* neben den 2 anderen Arten noch in Südfrankreich (ELMI 1967) und Westfrankreich (HÉBERT & EUDES-DESLONGCHAMPS 1860; COUFFON 1919) vor. OOSTER (1860) und ERNI (1941) beschreiben *Parapatoceras* auch von der Schweiz. In Süddeutschland, England und Italien treten nur die Arten *Parapatoceras tuberculatum* und *Parapatoceras distans* auf. Von NW-Deutschland kennen wir bisher nur *Parapatoceras distans.* Das mag unter anderem daran liegen, daß Funde bisher nur von einem Fundpunkt vorliegen, und zwar vom Mittelberg/Süntel bei Hess. Oldendorf. Das dort von BENTZ & POTONIÉ (1929) gesammelte Material ist im letzten Weltkrieg zerstört worden.*)

Parapatoceras distans und *tuberculatum* scheinen ähnlich weltweit verbreitet gewesen zu sein wie *Spiroceras orbignyi* und *Spiroceras annulatum.* Wie schon angedeutet, verhalten sich *Paracuariceras incisum* und *Acuariceras acuarius* völlig abweichend. Ihrer Gestalt nach sind sie auch die Extremformen unter den Oberdogger-Heteromorphen. *Paracuariceras incisum* kennen wir bisher nur von Südfrankreich, vielleicht von Rumänien und von der östlichen Schwäbischen Alb. *Acuariceras acuarius* ist sogar bisher nur von der mittleren Schwäbischen und der Fränkischen Alb bekannt geworden. Während beide in Württemberg nur in der *jason*-Zone vorkommen, erscheint *Paracuariceras incisum* in Südfrankreich schon zwei Zonen früher, und zwar in der *macrocephalus*-Zone. Die Funde von *Acuariceras* aus dem Untercallovium der rumänischen Karpathen (PATRULIUS & POPA 1969) sind auf S. 18 kurz behandelt.

Die südfranzösischen Funde von *Paracuariceras incisum* zeigen eine sehr variable Lobenlinie (Abb. 17). Sie wurde auf S. 49 dieser Arbeit ausführlich besprochen. Während in Südfrankreich die Entwicklung der Paracuariceraten noch im Untercallovium aufhört, erscheinen sie in Württemberg erst eine Zone später, hier mit Formen, die zur gleichen Art gehören, aber nun eine einheitliche, anscheinend nicht variable Adultsutur besitzen. Ein „Lobentyp" (Abb. 17a) hat sich anscheinend im Verlauf der Wanderung von Südfrankreich nach Süddeutschland stabilisiert. In Württemberg geht diese Entwicklung noch weiter und führt zu *Acuariceras acuarius* mit noch einfacherer Lobenlinie. *Acuariceras acuarius* verbreitet sich anscheinend gerade noch innerhalb der gleichen Ammoniten-Zone nach NE bis in die Fränkische Alb. Mit ihm sterben die Dogger-Heteromorphen im Mittelcallovium aus.

Während wir bei den Parapatoceraten bisher kein eng begrenztes Hauptverbreitungsgebiet angeben können, liegt das von *Paracuariceras* wohl in Südeuropa (Südfrankreich und ? Rumänien). Ob es geographische oder ökologische Gründe waren, die *Paracuariceras incisum* veranlaßten, in Schwaben erst zwei Zonen später zu erscheinen, kann nicht entschieden werden. Vielleicht bestimmen beide Faktoren die Verbreitung.

Aus der Verbreitung der Arten einer einzigen Gattung lassen sich natürlich kaum Schlüsse auf Faunenprovinzen und ihre Abgrenzung ziehen. Hierzu müssen noch die Vertreter anderer Gattungen oder Tiergruppen berücksichtigt werden. Dennoch deutet sich bei der Heteromorphen-Gattung *Spiroceras* (Mittel-Dogger) ein Hauptverbreitungsgebiet an, das in groben Zügen mit dem der Strenoceraten, Strigoceraten,

---

*) Eine Publikation der Untersuchungen von H. HÖLDER über die Neufunde vom Mittelberg (Grabung HÖLDER 1972) ist in Vorbereitung.

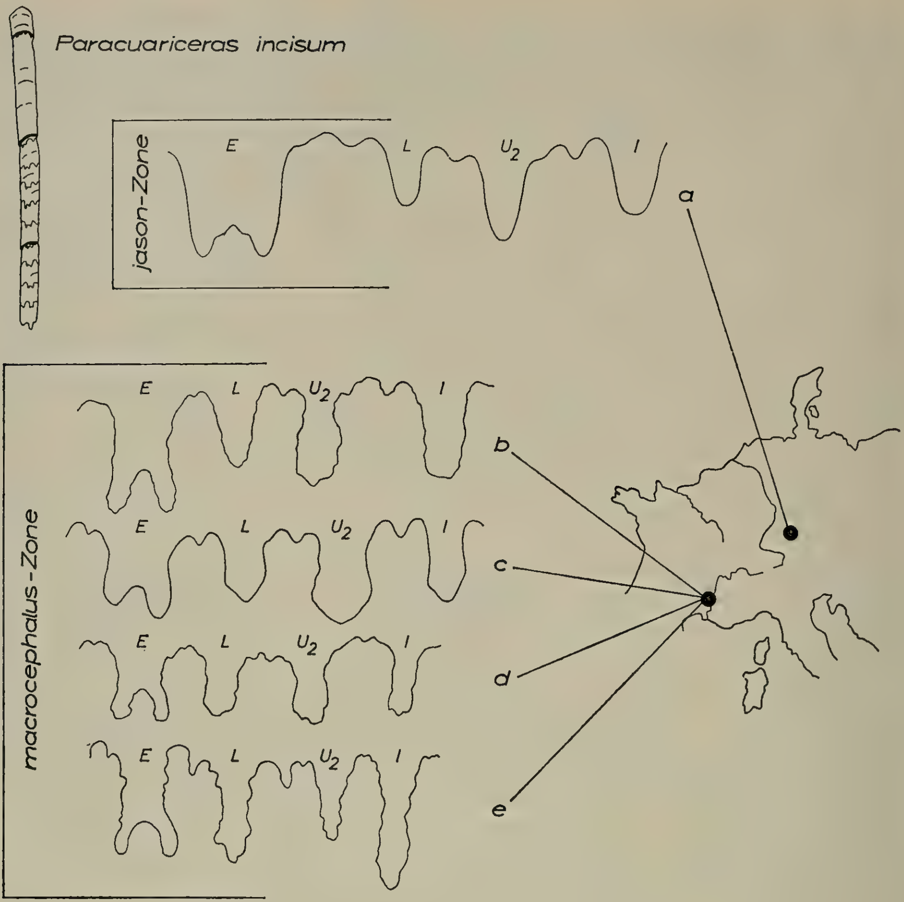


Abb. 17. *Paracuariceras incisum* kommt in Südfrankreich (Gegend von Aubenas, Dép. Ardèche) in der *macrocephalus*-Zone mit einer sehr variablen Lobenlinie (b—e) vor. In Süddeutschland (z. B. Gammelshausen, Kreis Göppingen, Baden-Württemberg) kommt *Paracuariceras incisum* dagegen nur in der *jason*-Zone mit einem einheitlichen Lobenlinientyp (a) vor.

a. Lobenlinie nach Schindewolf (1963, Abb. 3f)
b. Nr. 22936 von Laurac b. Aubenas; bei Wh 2,5 mm.
c. Nr. 22960 von Laurac b. Aubenas; bei Wh 2,6 mm.
d. Nr. 22961 von Laurac b. Aubenas; bei Wh 2,2 mm.
e. Nr. 22937 von Vesseaux b. Aubenas; bei Wh 2,0 mm.

Die Stücke zu b—c werden unter der jeweils genannten Nummer im Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart aufbewahrt.

Fig. 17. In Southern France (region of Aubenas, Dép. Ardèche) *Paracuariceras incisum* occurs with a very variable suture line (b—e) in the *macrocephalus* Zone. In Southern Germany (e.g. Gammelshausen, Kreis Göppingen, Baden-Württemberg) *Paracuariceras incisum* occurs only in the *jason* Zone with a uniform type of suture line (a).

Leptosphincten und Cadomiten übereinstimmt. Dieses reicht von Ost- und Nordspanien im Südwesten über Westfrankreich bis an den Südwestrand der mediterranen Alpen im Osten. In diesem Gebiet liegen die Fundpunkte mit der größten Artenzahl (siehe auch Abb. 16). Südlich (z. B. Subbetischer Jura Spaniens) oder nördlich davon (z. B. Nordwestdeutschland) nimmt die Zahl der Arten der Gattung *Spiroceras* ab.

7. Ökologie

(Entstehung und Lebensweise)

Noch bis vor wenigen Jahren betrachtete man die Mehrzahl der Ammoniten als typische Nektonten, die ohne stärkere ökologische Bindung gelebt haben sollen. Erst die Untersuchungen von ZIEGLER (1963; 1967) brachten eine mehr bodenbezogene Lebensweise wieder ins Gespräch. Obwohl schon in wesentlich älteren Arbeiten, zum Beispiel PHILIPPI (1899)[1], SCUPIN (1912), über die Möglichkeit einer benthonischen Lebensweise bei normal aufgerollten Ammoniten diskutiert wurde, waren es doch in der Hauptsache die aberranten Ammoniten, die man schon damals zum Benthos rechnete (v. MARTENS 1902[2]), DEECKE 1913, SCUPIN 1912, FRECH 1915 u. a.). H. SCHMIDT (1930) hielt im Gegensatz dazu einige heteromorphe Ammoniten, wie zum Beispiel die Kreideformen *Scaphites* und *Baculites,* für besonders gute Schwimmer.

VON MARTENS (1902) hielt die schneckenartig gewundenen Ammoniten für benthonisch lebend, da ihnen die zum Schwimmen notwendige bilaterale Symmetrie fehle. Diese Folgerung gilt auch für zahlreiche Spiroceraten, bei denen ebenfalls Raumspiralen auftreten, hier sogar in helicoider Entrollung. Eine planktonische Lebensweise bei Tieren mit einem Gehäuse dieser Form und Größe würde ebenfalls eine bilaterale Symmetrie erfordern.

Die helicoiden Spiralen liegen bei *Spiroceras* innerhalb der Variabilität einer Art, so bei *Spiroceras orbignyi, Spiroceras fourneti* und *Spiroceras annulatum* (siehe S. 26 und Abb. 4, 5). Da bei den Cephalopoden innerhalb einer Art entweder nur Nichtschwimmer oder nur Schwimmer auftreten, muß die für den Extremfall des Gehäusebaus (helicoides Gehäuse) angenommene benthonische Lebensweise auch für die übrigen in der gleichen Art vorkommenden Gehäuseformen gelten.

Die vermutliche Stammgruppe der Spiroceraten, die Strenoceraten, besitzen ein normal aufgerolltes, wenn auch sehr evolutes Gehäuse. Diese müßten also im Gegensatz zu den Spiroceraten eine überwiegend schwimmende Lebensweise gehabt haben. Die von ZIEGLER (1967) angedeutete bodenbezogene Lebensweise für einige Gruppen der normal aufgerollten Ammoniten unterstützt LEHMANN 1975 mit seinen Ergebnissen „Über Nahrung und Ernährungsweise von Ammoniten". Er glaubt sogar, daß die Ammoniten ökologisch den Platz der heutigen Gastropoden am Meeresboden eingenommen haben. Dies würde für die Strenoceraten bedeuten, daß sich ihre Lebensweise unter Umständen kaum von der der Spiroceraten unterschieden hat. Noch mehr müßte dies für die Vorläuferform der Parapatoceraten, *Epistrenoceras histricoides,* gelten, die bereits Anzeichen von Gehäuseaberranz aufweisen kann (siehe S. 55 und Taf. 10, Fig. 1—3). Es bereitet somit keine Schwierigkeit, die Entstehung der aberranten Ammoniten zu erklären, wenn man annimmt, daß mit nachlassendem Selektionsdruck in Richtung auf eine schwimmende Lebensweise der Zwang, ein bilateral symmetrisch eingerolltes Gehäuse zu bauen, entfällt. Dieses bilateral symmetrisch eingerollte Gehäuse hatte nämlich auch den Nachteil, den Eingeweidesack erheblich einzuengen (GÖTTING 1974). Es wäre aber sicher nicht entstanden, wenn nicht die Art der Fortbewegung übergeordnete Bedeutung gehabt hätte. Die schalentragenden Gastropoden konnten dagegen bei ihrer nicht schwimmenden Lebensweise einen Kompromiß schließen, indem sie ihr Gehäuse asymmetrisch aufrollten, um mehr Platz für den Eingeweidesack zu erhalten. Die Entrollung des Ammoniten-

---

¹) Sitzungsbericht der Z. deutsch. geol. Ges. 1899, 51, S. 67—69, 2 Abb.; Berlin.

²) Sitzungsbericht der Z. deutsch. geol. Ges. 1902, 54, S. 96—99; Berlin.

Gehäuses hatte also durchaus auch Vorteile, indem sich der Eingeweidesack vergrößern konnte.

Die Ammonitenspirale vollkommen aufzugeben, war den Dogger-Heteromorphen nicht möglich. So zeigen die stabförmig gestreckten Gehäuse, wenn sie nach dem Prinzip der Entrollung in der Windungsebene entstanden sind, immer noch eine leichte Einkrümmung, also Reste der ehemaligen Spirale. Auch die stabförmigen Gehäuse, die nach dem Prinzip der Raumspirale entstanden sind, zeigen mit ihrer tordierten Skulptur noch Anzeichen davon. Als Folge dieser Entrollung ändern sich auch Teile der Skulptur und der Sutur. Da die als Vorläufer in Frage kommende Gattung *Strenoceras* schon Ansätze einer Einfachrippen-Skulptur hat, läßt sich leicht verstehen, daß zum Beispiel bei *Spiroceras* nur noch Einfachrippen vorkommen. Auch die Besonderheiten der Sutur, wie die Proportionsverschiebungen einiger Loben und vielleicht auch ihre Reduzierung auf eine Fünfzahl, lassen sich mit den mechanischen Erfordernissen der Entrollung erklären (siehe auch S. 28 u. 54). Würde man zum Beispiel ein *Spiroceras* wieder einrollen, bliebe fast nichts, was es von einem normal aufgerollten Ammoniten unterschiede. Wiederaufgerollte Kreide-Heteromorphe dagegen unterscheiden sich von ihren normal aufgerollten Zeitgenossen unter den Ammoniten noch durch die primäre Vierzahl der Loben. WIEDMANN (1966) hat solche Formen aus der Kreide als stammesgeschichtlich wieder aufgerollte Heteromorphe beschrieben.

Die morphogenetische Deutung der Gestalt der Dogger-Heteromorphen und ihrer Entstehung unterstützt die auf Seite 54 diskutierten phylogenetischen Zusammenhänge. Danach sind die aberranten Ammoniten des Dogger keine monophyletische Gruppe, wie OCHOTERENA (1966) und WIEDMANN (1969) annehmen, sondern haben ihren Ursprung mindestens in 2 verschiedenen Gruppen normal aufgerollter Ammoniten. Die oben gemachten Ausführungen scheinen einer systematischen Eigenständigkeit der Dogger-Heteromorphen zu widersprechen. Dennoch gibt es bestimmte morphologische Kriterien, die einerseits die Spiroceraten und andererseits die Parapatoceraten und deren Abkömmlinge als jeweils eigenständige Gruppe charakterisieren (siehe S. 33).

Die aus der Gehäusegestalt abgeleitete benthonische Lebensweise der Dogger-Heteromorphen müßte sich in der Bildung von „Lokalfaunen" (ZIEGLER 1967) auswirken, da bei einer ständig bodenbezogenen Lebensweise eine stärkere Faziesbindung angenommen werden muß. Dies ist tatsächlich der Fall. Ihr Optimalbiotop, gekennzeichnet durch große Häufigkeit und maximale Variabilität der Gehäusespirale, sind die Stillwasserbereiche, wie zum Beispiel die „Hamiten-Tone" des Oberbajocium im Raum Kirchheim-Reutlingen (Württemberg). Das Zentrum dieses Sedimentationsraumes lag in der Umbebung von Eningen unter Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland, wo die größten Mächtigkeiten liegen und die Einheitlichkeit der Ablagerung am ausgeprägtesten ist. Eine Grabung in diesen Schichten an der St. Johanner Steige bei Eningen unter Achalm erbrachte folgende Ergebnisse:

1. Die Spiroceraten sind in einer Schicht von mehreren Metern Mächtigkeit gleichmäßig verteilt. Die Ausnahme bildet ein Horizont, in dem die sogenannten Hamitennester liegen (siehe Taf. 10, Fig. 6 und Tafelerklärung).
2. Die verschiedenen Spiralformen der Spiroceraten kommen nicht nur übereinander vor, sondern treten auch in ein und demselben Niveau nebeneinander auf.
3. Im Gesamtspektrum der Ammoniten überwiegen mit weitem Abstand die Spiroceraten (siehe Abb. 18).
4. Die Erhaltung der meisten Funde ist so ausgezeichnet, daß größerer Lateraltransport ausgeschlossen werden muß. Die Spiroceraten sind hier anscheinend am Lebensort eingebettet worden.

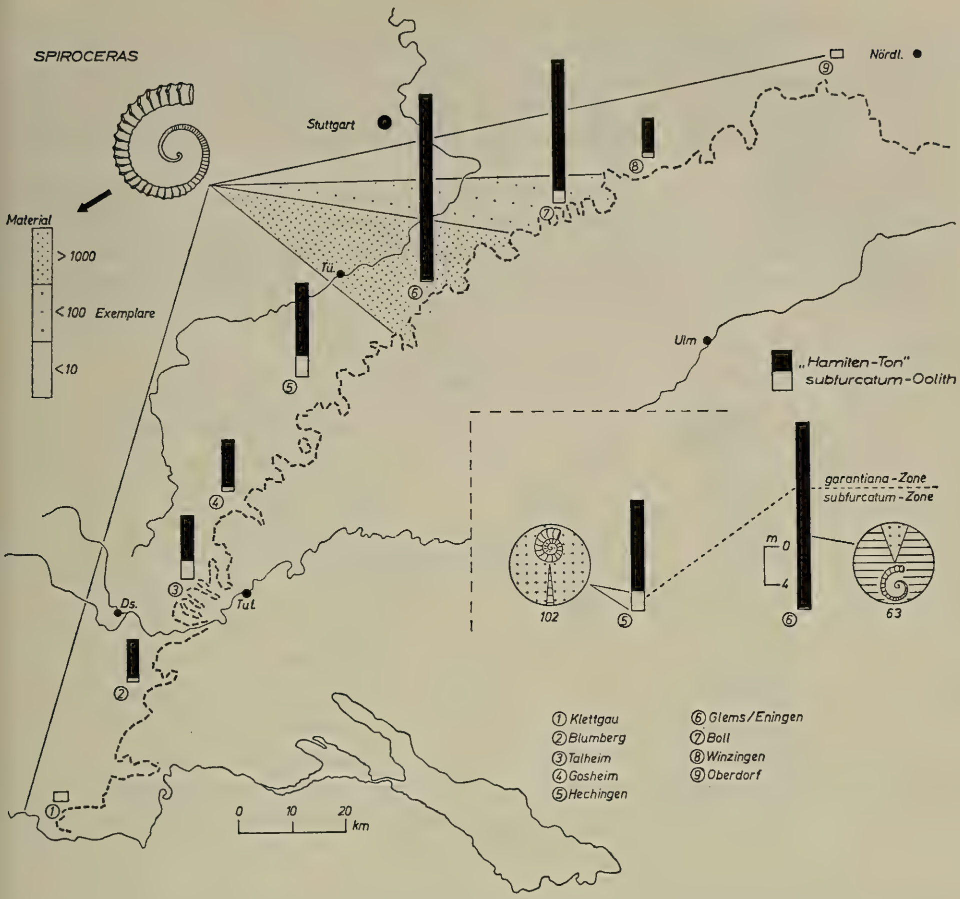

SPIROCERAS
Material
> 1000
< 100 Exemplare
< 10
Stuttgart
Nördl.
Tü.
Ulm
Ds.
Tut
„Hamiten-Ton"
subfurcatum-Oolith
garantiana-Zone
subfurcatum-Zone
m
0
4
102
63
0
10
20
km
① Klettgau
② Blumberg
③ Talheim
④ Gosheim
⑤ Hechingen
⑥ Glems/Eningen
⑦ Boll
⑧ Winzingen
⑨ Oberdorf

Abb. 18. Biotop-Abhängigkeit der Dogger-Heteromorphen-Gattung *Spiroceras* im Bereich des Schwäbischen Jura.

Fig. 18. Biotope dependence of the Dogger heteromorphs of the genus *Spiroceras* in the region of the Swabian Jurassic.

5. In den „Hamiten-Tonen" kommen unter den Spiroceraten sowohl junge wie ausgewachsene Tiere vor.

6. Die mit den heteromorphen Ammoniten gesammelte übrige nicht-ammonitische Fauna gehört in ihrer Mehrzahl dem Stillwasserbereich an (siehe Abb. 19).

In der zum größten Teil zeitgleichen Bewegtwasserfazies (Subfurcaten-Oolith) dagegen treten die Spiroceraten sehr zurück und fehlen an manchen Orten vollkommen. Die Gleichzeitigkeit der Ablagerung des größten Teiles des Subfurcaten-Ooliths mit dem Hamiten-Ton wird dadurch belegt, daß beide sowohl der *subfurcatum*- wie der *garantiana*-Zone angehören. Lediglich die an der Basis der Hamiten-Tone im Gebiet von Eningen unter Achalm liegenden geringmächtigen Eisenoolithe (stark mergelig ausgebildet) gehören zum tiefsten Teil der *subfurcatum*-Zone, der nicht mit den Hamiten-Tonen parallelisiert werden kann. Die Spiroceraten kommen in den Hamiten-Tonen sowohl in der *subfurcatum*- wie auch in der *garantiana*-Zone vor. Mit abnehmender Entfernung vom Zentrum der Hamiten-Tone verringert sich die

Gehäusevariabilität deutlich, und auch die Zahl der Arten nimmt ab. Von Boll (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg), einem Fundpunkt aus dem randlichen Bereich, liegen noch immerhin annähernd 100 Exemplare vor, die verläßliche Aussagen darüber erlauben, wie groß die Gehäusevariabilität dort ist. Abb. 20 zeigt am Beispiel von *Spiroceras orbignyi*, daß auch an anderen Fundpunkten die Gehäusevariabilität unterschiedlich ist.

Das Vorkommen von Spiroceraten im Oolithe ferrugineuse von Bayeux (Calvados)/Frankreich scheint der Stillwasser-Verbreitung zu widersprechen. Nach den Untersuchungen von Fürsich (1971) gab es während der Ablagerung dieser Sedimente aber durchaus Stillwasser-Phasen, in denen sich ein Weichgrund bilden konnte. Diese weichgründigen Sedimente sind anscheinend durch grundberührende Wellen, verur-

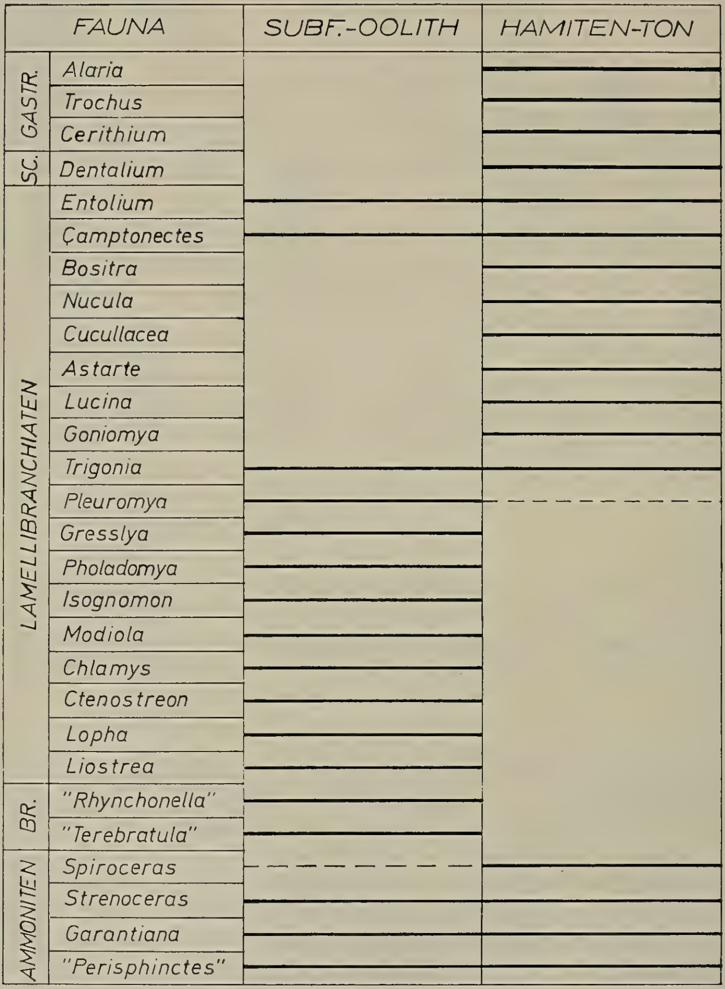


Abb. 19. Die Unterschiede in der Faunenzusammensetzung zwischen Subfurcaten-Oolith (Bewegtwasser) und Hamiten-Ton (Stillwasser). In beiden kommen Spiroceraten vor. Ihr Hauptvorkommen liegt aber in der Stillwasserfazies des Hamiten-Tons.

Fig. 19. The differences of the faunal association between Subfurcaten-Oolith (wave agitated water) and Hamiten-Ton (stillwater). Spiroceratids occur in both of them, but dominate in the stillwater facies of the Hamiten-Ton.

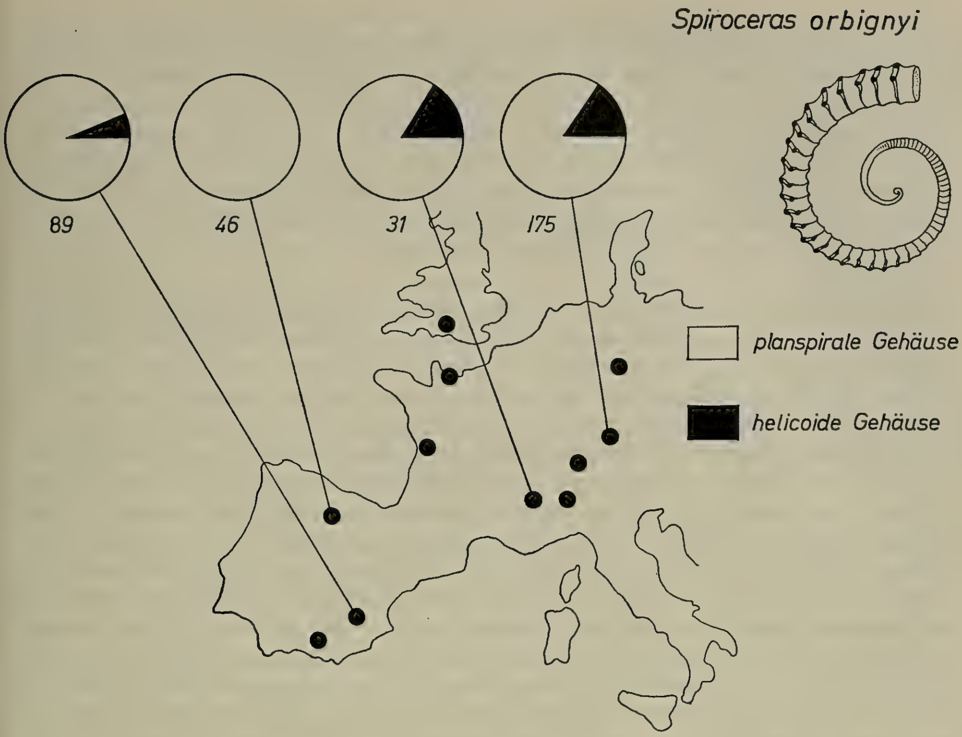


Abb. 20. Die Breite der Variabilität der Gehäusespirale ist von Fundpunkt zu Fundpunkt verschieden.
Fig. 20. The variability of the shell spirals differs from one locality to the other.

sacht durch große Stürme, aufgewirbelt und teilweise fortgeführt worden (FÜRSICH 1971, S. 336). So konnten sich also Faunenelemente des Bewegtwassers und des Stillwassers miteinander mischen. Aufarbeitung und Kondensation ist auch in den Schichten mit *Spiroceras* von Nordspanien zu beobachten (DIETL 1974). Die von HINKELBEIN (1975) in Ostspanien gesammelten Spiroceraten stammen aus Horizonten ruhiger Ablagerungsphasen, wogegen die darunterliegenden Schichten (*humphriesianum*-Zone) wie auch die darüberliegenden (*parkinsoni*-Zone) als Kalke ausgebildet sind, die Schalendetritus, Intraklaste, Pseudooide u. ä. führen. Überwiegend Ablagerungen des Stillwassers sind auch die Fundschichten von Digne (Basses-Alpes)/Frankreich und die tonigen Sedimente des Mitteldogger von Bethel bei Bielefeld/Westfalen. Für das Vorkommen der Parapatoceraten gilt schon fast die Regel, daß sie in größerer Zahl nur in tonigen oder überwiegend tonmergeligen Gesteinen zu finden sind. Ob das späte Erscheinen von *Paracuariceras* in Württemberg, zwei Zonen später als in Südfrankreich, damit zusammenhängt, daß erst in diesem Niveau in Süddeutschland ausgeprägte Stillwasser-Verhältnisse zu beobachten sind (Ornaten-Ton), kann nur vermutet werden. In den submarinen Spalten und Höhlen des Mitteljura der Rocca Busambra (Sizilien) (WENDT 1971) haben sicher Stillwasser-Verhältnisse geherrscht. Nur in den Spaltensedimenten kommen Dogger-Heteromorphe vor; hier stets als Zwerge. In der zeitgleichen Fazies außerhalb der Höhlen dagegen findet man sie nicht, wohl aber die übrigen normal aufgerollten Ammoniten in Normalgröße.

Die Seltenheit oder das Fehlen der Dogger-Heteromorphen in eindeutiger Bewegtwasserfazies ist sicher nicht dadurch zu erklären, daß ihre Erhaltungsmöglichkeiten geringer als die normaler Ammoniten sind, sondern hat wahrscheinlich ökologische Gründe. Wie die Oolith-Fazies von Bayeux zeigt, ist auch in solchen Gesteinen eine gute Erhaltung heteromorpher Ammoniten möglich. Bei der sehr heterogenen Gestalt der Heteromorphen-Gehäuse wäre eine strömungsbedingte Sortierung der auftreibenden Schalen gut denkbar. Tatsächlich aber finden wir an den entsprechenden Heteromorphen-Fundpunkten stabförmig gestreckte, helicoide wie planspirale Gehäuse ohne erkennbare Trennung nebeneinander. Einander benachbarte Fundpunkte, von denen einer nur stabförmig gestreckte und der andere zum Beispiel nur planspirale Gehäuse führt, sind bisher nicht bekannt geworden.

Der Frage welcher speziellen Art die benthonische Lebensweise der aberranten Ammoniten gewesen sein könnte, ist schon FRECH (1915) nachgegangen. Er verglich einige Kreide-Heteromorphe, wie *Bostrychoceras* und *Heteroceras* mit der Schnecke *Siliquaria* (Vermetidae). Dieser Vergleich liegt nahe, denn sowohl die aberranten Ammoniten als auch die entrollten *Vermetus*-Arten besitzen ein normal aufgerolltes Embryonal- oder Jugendstadium. Über die Lebensweise der Gastropoden mit entrollten Gehäusen, insbesondere der der Vermetidae, besitzen wir unter anderem durch die Arbeiten von BUCHNER (1892) und GOULD (1969) gute Informationen. Danach führt *Siliquaria* im normal aufgerollten Jugendstadium eine vagile Lebensweise als Endobenthos im weichgründigen Schlick. Ihr Gehäuse beginnt sich erst im Stadium einer sessilen Lebensweise zu entrollen, und zwar als Bewohner des Innenraumes eines Hornschwammes. Das Wachstum des Schwammes bestimmt das Maß der Entrollung bei Siliquaria. Diese Beobachtung übertrug FRECH (1915, S. 594) leicht abgewandelt auf die aberranten Ammoniten der Kreide und hielt zum Beispiel die Heteromorphen *Scaphites, Crioceras, Hamulina* für im weichgründigen Sediment wühlende Tiere, die aber zum Teil noch einer schwimmenden Fortbewegung fähig waren. Die Formen mit gestrecktem Gehäuse, wie zum Beispiel *Baculites,* waren in seinen Augen ausschließlich im weichgründigen Sediment lebend, wie Dentalium. Eine solche Lebensweise können wir aber für die Dogger-Heteromorphen wie auch für den größten Teil der aberranten Ammoniten der Kreide ablehnen. Die zum Teil sehr deutlich ausgebildete Skulptur, wie zum Beispiel Stacheln bei *Spiroceras orbignyi,* die fragile Gehäusegestalt insbesondere der Innenwindungen und der anscheinend noch funktionierende hydrostatische Apparat schließen ein Leben im Sediment, gleichgültig ob sessil oder vagil, aus. Aus den gleichen Gründen ist eine Lebensweise, wie die von *Siliquaria* in einem fremden Organismus, abzulehnen. Auch der Gedanke, daß der Cephalopode *Spirula* ein entrolltes Innengehäuse besitzt und die entrollten Gehäuse der Dogger-Heteromorphen etwas Entsprechendes sein könnten, läßt sich mit dem Hinweis auf die deutliche Skulptur entkräften. Das Innengehäuse von *Spirula* hat bekanntlich eine glatte Oberfläche. Mit *Spiroceras laevigatum, Paracuariceras incisum* und *Acuariceras acuarius* gibt es zwar auch Dogger-Heteromorphe mit nahezu glatten Gehäusen, aber die Grundgestalt ihrer Lobenlinien ordnet sie besser bei den übrigen aberranten Ammoniten des Dogger ein.

Am wahrscheinlichsten ist, daß die Dogger-Heteromorphen, insbesondere aber die Spiroceraten, eine vagil benthonische Lebensweise geführt haben. Für eine Lebensweise als fixo- oder liberosessiles Benthos fehlen eindeutige Hinweise. Diese wären Skulpturverwilderung, Lebendbesiedlung durch andere Organismen, Anpassung an den Untergrund, zum Beispiel durch eine Liegefläche und eventuelle Funde in Lebendstellung. Gegen diese Lebensweise spricht auch der meist weichgründige Untergrund der Stillwasserbereiche und der noch funktionierende hydrostatische Apparat. Eine kriechende Fortbewegung, wohl überwiegend an Pflanzen, scheint nahezuliegen. Dafür könnte auch die Beobachtung sprechen, daß die meisten der Fundschichten auffallend reich an „Posidonien“ (insbesondere *Bositra buchi)* sind, wie zum Beispiel die Hamiten-Tone von Eningen unter Achalm, die Untercallovium-

Tone in Südfrankreich, die Oberbajocium-Schichten von Digne/Südfrankreich und der Prov. Teruel in Ostspanien u. a. STURANI (1967) knüpft an das Vorkommen von *Bositra buchi* einen dichten Algenwald, der in seinem Untersuchungsgebiet bevorzugt von mikrokonchen Ammoniten bewohnt gewesen sein soll. Ein solcher Algenwald bietet sich auch als Lebensort der Dogger-Heteromorphen an.

In einer solchen Umgebung ist es verständlich, daß bei den aberranten Ammoniten des Dogger irgendwelche Schalenverletzungen sehr selten sind. Eines der wenigen Exemplare mit einer Schalenverletzung beschreibt BAYER (1970). Die mir bekannten Tiere mit Schalenverletzungen übersteigen nicht die Zahl 5 bei etwa 2500 untersuchten Exemplaren.

Das Funktionieren des hydrostatischen Apparats widerspricht in keiner Weise einer vagil benthonischen Lebensweise. Es könnte ein langsames Hinauf- oder Hinabkriechen an Pflanzen sogar unterstützen. Ein unter Auftrieb stehendes Gehäuse könnte die kriechende Fortbewegung derart fördern, daß dem Weichkörper dadurch eine Zugbelastung durch Herabhängen der Schale erspart bliebe. Vielleicht war aber auch in einem weniger dichten Algenwald die Möglichkeit von Vorteil, durch Auftrieb einen schnelleren vertikalen Platzwechsel vorzunehmen. Eine schnelle Art der Fortbewegung hatten die Dogger-Heteromorphen aber sicher nicht. Dafür sprechen die Variabilität der Gehäusespirale und die Entstehung von Raumspiralen bei ein und derselben Art (z. B. *Spiroceras orbignyi*). Es ist interessant, daß dabei keine Bevorzugung von Rechts- oder Linksspiralen auftritt. Die Häufigkeit zwischen Rechts- und Linksspiralen liegt in Prozenten bei etwa 40/60. Auch daß hin und wieder eine leichte Drehung des Weichkörpers in seinem Gehäuse zu beobachten ist, und daß zum Beispiel bei *Spiroceras orbignyi* bei einigen Exemplaren in einem gewissen Maße die Skulptur variiert, spricht gegen eine rasche Fortbewegung.

Das Vorkommen von Dogger-Heteromorphen (*Parapatoceras*) in den Untercallovium-Tonen von La Voulte/Südfrankreich in den gleichen Schichten mit dem Schlangenstern *Ophiopinna elegans*, war bisher nicht bekannt. In diesen Ophiuren-Schichten fehlt echtes Benthos fast völlig; *Ophiopinna elegans* wurde als schwimmfähiger Schlangenstern beschrieben (DIETL & MUNDLOS 1972). Die Lamellibranchiaten sind nur durch *Bositra buchi* vertreten. An normal aufgerollten Ammoniten wurden dort bisher erst 3 Exemplare gefunden, 2 durch SAYN & ROMAN (1928, S. 111) und ein weiteres bei einer eigenen Grabung in diesen Schichten vor wenigen Jahren. Wie schon in den Hamiten-Tonen bei Eningen unter Achalm, so tendiert auch hier das Fundverhältnis zwischen heteromorphen und normal aufgerollten Ammoniten eindeutig zugunsten der entrollten Formen. Mit den Hamiten-Tonen von Eningen unter Achalm und den Ophiuren-Schichten von La Voulte/Südfrankreich besitzen wir anscheinend gute Beispiele der von den Dogger-Heteromorphen bevorzugten Biotope. Dies dürfte auch für die submarinen Spalten der Rocca Busambra (Sizilien) gelten. Dort fehlte zwar der vielleicht algenbewachsene Weichgrund, dafür ermöglichte aber der Hartgrund (Felswände u. dergl.) ein Bodenleben der Heteromorphen, da auch in diesen Spalten Stillwasserverhältnisse herrschten.

Diese spezifischen Ansprüche an die Umgebung erschweren normalerweise eine rasche weltweite Ausbreitung, wie sie im Kapitel „Geographische Verbreitung" behandelt wurde. Für diese Verbreitung standen aber nicht nur geologische Zeiträume zur Verfügung, sondern es wäre auch durchaus denkbar, daß die normal aufgerollten Embryonalstadien der Dogger-Heteromorphen noch eine planktonische Lebensweise geführt haben. Dadurch wäre ihre Verbreitung gesichert gewesen, zumal es Stillwasserzonen mit dichtem Pflanzenbewuchs in allen Flachwasserbereichen der Meere lokal gegeben haben dürfte.

Welcherart sich die zwei Extremformen *Spiroceras orbignyi* und *Paracuariceras incisum* in der Lebensweise unterschieden haben, wissen wir nicht. Da wir Reste des

Weichkörpers nicht einmal andeutungsweise kennen, können wir nichts über ihre Nahrungsansprüche aussagen. Es gehören schon Sonderfälle der Erhaltung dazu, wie sie LEHMANN (1975) bei *Eleganticeras* vorfand, um Konkretes über die Ernährungsweise einer bestimmten Ammonitenart aussagen zu können.

Auf Grund ihrer Lebensweise und ihrer Gestalt müssen die heteromorphen Ammoniten des Dogger als Spezialisten unter den Ammoniten gedeutet werden. Sie konnten dadurch naturgemäß weniger elastisch auf Änderungen ihrer Umwelt reagieren. Dies erklärt ihre stammesgeschichtlich relativ kurze Lebensdauer.

8. Literatur

ALTHOFF, W. (1928): Zur Kenntnis der Stratigraphie der Garantienschichten in Bethel bei Bielefeld. — 5. Schrift naturw. Ver. Bielefeld, 21—32; Bielefeld.

ARKELL, W. J. (1950): A classification of the Jurassic ammonites. — J. of Palaeont., 24, 354—364, 2 Abb.; Tulsa/Oklah.

— (1956): Jurassic Geology of the World. 806 S., 46 Taf., 102 Abb., 27 Tab; Edinburgh & London (Oliver & Boyd).

— (1957): *In:* ARKELL, W. J., KUMMEL, B. & WRIGHT, C. W.: Mesozoic Ammonoidea. — *In:* R. C. MOORE (Hrsg.): Treatise on Invertebrate Paleontology, L, S. L 80—L 490, Abb. 124—558; Lawrence/Kansas.

BAKX, L. A. (1935): La géologie de Cascante del Rio et de Valacloche (Espagne). — Leidsche geol. Meded., 7, 157—220, 9 Abb., 3 Taf.; Leiden.

BAUGIER, A. & SAUZÉ, M. (1843): Notice sur quelques coquilles de la famille des ammonidées. — Mémoire lu à la Société de Statistique, **1843**, 16 S., 4 Taf.; Niort.

BAYER, U. (1970): Anomalien bei Ammoniten des Aaleniums und Bajociums und ihre Beziehung zur Lebensweise. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 135/1, 19—41; Stuttgart.

BEHRENDSEN, O. (1886): Die jurassischen Ablagerungen von Lechstedt bei Hildesheim. — Z. deutsch. geol. Ges., **38**, 1—25, 2 Taf.; Berlin.

BENTZ, A. & POTONIÉ, R. (1929): Ein Fundpunkt von *Spiroceras* nov. sp. im Oberen Dogger des Wesergebirges. — Cbl. Mineral., Geol., Paläont., Abt. B, **1929**, 27—31; Stuttgart.

BIRCHER, W. (1935): Studien im oberen Bajocien der Ostschweiz (Glarner- und St. Galleralpen). 179 S., 12 Taf., 33 Abb., 4 Tab.; Kairo (Safarowsky).

BRINKMANN, R. (1924): Der Dogger und Oxford des Südbaltikums. — Jb. Preuß. geol. Landesanst., 44, 477—513; Berlin.

BUCHNER, O. (1892): Die Asymmetrie der Gastropoden in ihren Beziehungen und Wirkungen auf die Lebensäußerungen der schalentragenden Schnecken. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **48**, 58—92; Stuttgart.

BUCK, E., HAHN, W. & SCHÄDEL, K. (1966): Zur Stratigraphie des Bajocium und Bathonium (Dogger δ—ε) der Schwäbischen Alb. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 8, 23—46, Taf. 4—9, Abb. 5—6; Freiburg i. Br.

BUCKMAN, S. S. (1909—1930): Yorkshire Type Ammonites. 7 Bde., 790 Taf.; London (Wesley & Son).

CALLOMON, J. H. (1963): Sexual Dimorphism in Jurassic Ammonites. — Trans. Leicester lit. philos. Soc., 57, 21—56, 9 Abb., 1 Taf.; Leicester.

COLLIGNON, M. (1958): Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Bd. 2 (Bathonien, Callovien). 3 S., 33 Taf.; Tananarive (Serv. geol. Ed.).

CORROY, G. (1932): Le Callovien de la bordure orientale du bassin de Paris. — Mém. carte géol. détaillée France, **29**, 337 S., 61 Abb., 29 Taf.; Paris.

COUFFON, O. (1919): Le Callovien du Chalet. Commune de Montreuil-Bellay (M.-&-L.). — Bull. Soc. Et. sci. Angers, **49**, 15—97, 18 Taf.; Angers.

DAHM, H. (1966): 1. Stratigraphie und Paläogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien). — Beih. geol. Jb., **44**, 13—54, 13 Taf., 8 Abb.; Hannover.

DESHAYES, M. G. P. (1831): Description de coquilles caractéristiques des terrains. 264 S., 14 Taf.; Paris (Levrault).

DIETL, G. (1973): Middle Jurassic (Dogger) Heteromorph Ammonites. — *In:* HALLAM, A. (Hrsg.): Atlas of Palaeobiogeography, 283—285, 1 Abb.; Amsterdam, London, New York (Elsevier).

— (1974): Zur Stratigraphie und Ammonitenfauna des Dogger, insbesondere des Oberbajocium der westlichen Keltiberischen Ketten (Spanien). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 14, 21 S., 7 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.

— (1976): Die entrollten Ammoniten des Schwäbischen Juras. — Stuttgarter Beitr. Naturk., C, 4, 36—43, 4 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.

Dietl, G. & Mundlos, R. (1972): Ökologie und Biostratinomie von *Ophiopinna elegans*(Ophiuroidea) aus dem Untercallovium von La Voulte (Südfrankreich). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1972, 449—464, 11 Abb.; Stuttgart.

Donovan, D. T. & Hölder, H. (1958): On the existence of heteromorph ammonoids in the Lias. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1958, 217—220, 1 Abb.; Stuttgart.

Douvillé, H. (1916): Les terrains secondaires dans le massif du Moghara à l'est de l'Isthme de Suez, d'après les explorations de M. Couyat-Barthoux. — Mém. Acad. sci. Inst. France, Paléont., Ser. 2, 54, 184 S., 50 Abb., 21 Taf.; Paris.

Elmi, S. (1967): Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardèche. — Doc. Lab. Fac. Sc. Lyon, Nr. 19, 1—3, 845 S., 208 Abb., 17 Taf.; Lyon.

— (1969): Les influences mésogéennes dans le Jurassique moyen du Sud-Est de la France. Comparaison avec l'Ouest algérien. — Annal. Inst. geol. pub. Hung., 54, 2, 471—481, 1 Abb., 3 Tab.; Budapest.

— (1971): Les zones d'Ammonites dans la série Bajocien supérieur-Callovien de l'Oranie (Ouest algérien). — Bull. Soc. géol. France (7), 13/1—2, 28—37, 1 Abb.; Paris.

Erben, H. K. (1960): El Jurásico Inferior de México y sus Amonitas. — Congr. geol. intern. XX Ses., 1956, 140 S., 19 Taf., 5 Kt.; México.

Erni, A. (1941): Zur Stratigraphie und Paläontologie des oberen Braunen Jura in der Gegend des Unteren Hauenstein. — Eclog. geol. Helv., 34/2, 160—164; Basel.

Fallot, P. & Blanchet, F. (1923): Observation sur la faune des terrains Jurassiques de la région de Cardò et de Tortosa. — Treb. Inst. Catalana Hist. natur., 1921—1922, 73—260, 13 Abb., 13 Taf.; Barcelona.

Favre, E. (1876): Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises. — Mém. Soc. paléont. suisse, 3, 75 S., 7 Taf.; Genf.

Frech, F. (1915): Loses und geschlossenes Gehäuse der tetrabranchiaten Cephalopoden. — Cbl. Mineral., Geol. u. Palaeont., 1915, 593—606, 4 Abb.; Stuttgart.

Fürsich, F. (1917): Hartgründe und Kondensation im Dogger von Calvados. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 138, 313—342, 14 Abb.; Stuttgart.

Galácz, A. (1969): Biostratigraphic investigation of the middle jurassic of Gyenespuszta, northern Bakony, Transdanubian Central Mountains, Hungary. — Annal. Univ. Sci. budapest. Rolando Eötvös nom. Geol., 13, 109—128, 6 Abb.; Budapest.

Götting, K.-J. (1974): Malakozoologie — Grundriß der Weichtierkunde. 317 S., 160 Abb.; Stuttgart (Gustav Fischer).

Gould, S. J. (1969): Ecology and functional significance of uncoiling in Vermicularia spirata: an essay on gastropod form. — Bull. Mar. Sci., 19/2, 432—445; Cambridge.

Greif, O. (1914): Stratigraphisch-faunistische Untersuchungs-Ergebnisse über die Callovien-Tone des Staffelbergs in Oberfranken. Inaug.-Diss. Göttingen, 31 S.; Tübingen (H. Laupp).

Gussmann, K. (1898): Der Braune Jura von Eningen und Umgebung. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 54, I—LI; Stuttgart.

— (1907): Die Hamiten von Eningen. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 63, 336—340; Stuttgart.

Haug, E. (1891): Les Chaînes Subalpines entre Gap et Digne. — Bull. Serv. Carte géol. France, 3/21, 192 S., 20 Abb., 4 Taf.; Paris.

Hébert, M. & Eudes-Deslongchamps, E. (1860): Mémoire sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire). — Bull. Soc. Linnéenne Normandie, 5, 88 S., 9 Taf.; Paris-Caen.

Hillebrandt, A. v. (1970): Zur Biostratigraphie und Ammoniten-Fauna des südamerikanischen Jura (insbes. Chile). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 136/2, 166—211, 3 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

— (1973): Neue Ergebnisse über den Jura in Chile und Argentinien. — Münster. Forsch. Geol. Paläont., 31/32, 167—199, 4 Abb., 1 Tab.; Münster.

Hinkelbein, K. (1975): Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Juras von Ostspanien. VIII. Stratigraphie und Fazies im Mitteljura der zentralen Iberischen Ketten. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 148/2, 139—184, 14 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

Hoernes, R. (1884): Elemente der Palaeontologie (Palaeozoologie). XVI + 594 S., 672 Abb.; Leipzig (Veit).

Hyatt, A. (1900): Cephalopoda. — *In:* Zittel, K. A.: Textbook of Palaeontology. 1. engl Aufl. [Übersetzg. C. R. Eastman], 502—592, Abb. 1049—1235; London (Macmillan).

Imlay, R. W. (1962): Late Bajocian ammonites from the Cook Inlet Region, Alaska. — U. S. geol. Surv. prof. Pap., 418—A, 1—14, 4 Abb., 5 Taf.; Washington.

— (1967): Twin Creek Limestone (Jurassic) in the Western Interior of the United States. — U. S. geol. Surv. prof. Pap., 540, 103 S., 15 Taf., 18 Abb.; Washington.

— (1970): Some Jurassic Ammonites from Central Saudi Arabia. — U. S. geol. Surv. prof. Pap., 643—D, 17 S., 4 Taf.; Washington.

KAESTNER, A. (1969): Lehrbuch der speziellen Zoologie, I: Wirbellose. — 3. Aufl., 8985 S., 676 Abb.; Stuttgart (G. Fischer).

KRIMMEL, O. (1886): Über den Braunen Jura Epsilon. — Diss. Univ. Tübingen, 42 S.; Tübingen.

KUHN, O. (1939): Die Ammoniten des fränkischen Calloviums. — Nova Acta Leopold., N.F. 6/43, 451—532, Taf. 48—57; Halle (Saale).

— (1947): Gliederung und Fossilführung des Lias und Dogger in Franken. — Ber. naturf. Ges. Bamberg, 33, 33—89; Bamberg.

KUMM, A. (1952): Das Mesozoikum in Niedersachsen: Der Dogger. — Geol. u. Lagerstätten Niedersachsens, 2, 329—509, 96 Abb.; Bremen-Horn.

LEHMANN, U. (1975): Über Nahrung und Ernährungsweise von Ammoniten. — Paläont. Z., 49/3, 187—195, 4 Abb.; Stuttgart.

LISSAJOUS, M. (1923): Étude sur la faune du Bathonien des environs de Maçon. — Trav. Lab. géol. Lyon, 3 (III), 226 S., 33 Taf.; Lyon.

MARTIN, R. (1936): Die Geologie von Camarena de la Sierra und Riodeva (Provinz Teruel, Spanien). — Leidsche geol. Meded., 8, 55—154, 34 Abb., 2 Taf.; Leiden 1936.

MAUBEUGE, P. L. (1947): Sur la nature végétale probable d'*Ancyloceras Mosellense* TERQUEM et de *Tisoa siphonalis* M. DE SERRES. — Bull. Soc. Sci. Nancy, 4/2, 46—48; Nancy.

MAYR, E. (1967): Artbegriff und Evolution. 617 S., 65 Abb., 42 Tab.; Hamburg, Berlin (P. Parey).

MEEK, F. B. (1876): A report on the invertebrate Cretaceous and Tertiary fossils of the upper Missouri Country. — *In:* MEEK, F. B. & HAYDEN, F. V., Mon. U. S. Geol. Geogr. Surv. Terr., 9, LXIV + 629 S., 44 Taf.; Washington.

MENSINK, H. (1960): Beispiele für die stratigraphische Kondensation, Schichtlücke und den Leitwert von Ammoniten, aus dem Jura Spaniens im Vergleich zu NW-Europa. — Geol. Rdsch., 49, 70—82, 6 Abb.; Stuttgart.

— (1965): Stratigraphie und Paläogeographie des marinen Jura in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien). — Beih. geol. Jb., 44, 55—102, 17 Taf., 4 Abb.; Hannover.

MOESCH, C. (1872): Der Jura in den Alpen der Ost-Schweiz. — 33 S., 1 Tab.; Zürich (Zürcher & Furrer).

MORRIS, J. (1845): Description of some new species of the Genus Ancyloceras. — Ann. and Mag. of nat. Hist., 15, 31—34, 1 Taf.; London.

MÜLLER, A. H. (1955): Über den Abbau der Gehäusegestalt bei jurassischen und kretazischen Ammoniten. — Ber. geol. Ges. DDR, 1/1, 15—34, 2 Tab.; Berlin.

NEUMAYR, M. (1875): Die Ammoniten der Kreide und die Systematik der Ammonitiden. — Z. deutsch. geol. Ges., 27, 854—892; Berlin.

OCHOTERENA, F. H. (1963): Amonitas del Jurásico Medio y del Calloviano de México. I.-*Parastrenoceras* gen. nov. — Palaeont. Mexican., 16, 26 S., 10 Abb., 1 Karte, 5 Taf.; Mexico.

— (1966): Amonitas del Jurásico Medio de Mexico. II.-Infrapatoceras gen. nov. — Palaeont. Mexican., 23, 18 S., 5 Abb., 3 Taf.; Mexico.

OPPEL, A. (1856—58): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 12—14, 857 S., 64 Tab., 1 Karte; Stuttgart.

ORBIGNY, A. DE (1842—1851): Terrains jurassiques. I. Céphalopodes. 642 S., 234 Taf.; Paris.

OOSTER, W. A. (1860): Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses. Teil 5, 100 S. u. S. IX—XXX, Taf. 28—61; Zürich (Zürcher & Furrer).

PARSONS, C. F. (1976): A stratigraphic revision of the *humphriesianum/subfurcatum* Zone rocks (Bajocian Stage, Middle Jurassic) of Southern England. — Newsl. Stratigr., 5/2/3, 114—142, 5 Abb., 3 Tab.; Berlin & Stuttgart.

PATRULIUS, D. & POPA, E. (1969): Lower and Middle Jurassic Ammonite Zones in the Roumanian Carpathians. — Ann. Inst. geol. pub. Hung., 54/2, 131—139, 1 Abb.; Budapest.

PAVIA, G. (1969): Nouvelles données sur le Bajocien de Digne (Basses-Alpes). — Boll. Soc. geol. Ital., 88, 445—451, 4 Abb.; Modena.

— (1973): Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). — Boll. Soc. Paleont. Italiana, 10 (1971), 75—142, 29 Taf., 8 Abb.; Modena.

PAVIA, G. & STURANI, C. (1968): Étude biostratigraphique du Bajocien des Chaînes Subalpines aux environs de Digne (Basses-Alpes). — Boll. Soc. geol. Ital., 87, 305—316, 3 Abb.; Modena.

PETITCLERC, P. (1915): Essai sur la faune du Callovien du Département des Deux-Sèvres et, plus spécialement, de celle des environs de Niort. — 151 S., 14 Taf.; Vesoul (Louis Bon).

POTONIÉ, R. (1929): Die ammonitischen Nebenformen des Dogger (*Apsorroceras*, *Spiroceras*, *Parapatoceras*). — Jb. preuß. geol. Landesanst., 50, 217—261, Taf. 17—19; Berlin.

QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Württembergs. 558 S., 1. Aufl.; Tübingen (H. Laupp).

— (1845—1849): Petrefaktenkunde Deutschlands. 1. Cephalopoden. — IV + 580 S., 36 Taf.; Tübingen (Fues).

— (1856—58): Der Jura. VI + 842 S., 42 Abb., 100 Taf.; Tübingen (H. Laupp).

— (1886—87): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. 2. Der Braune Jura. S. 441—815, Taf. 55—90; Stuttgart (Schweizerbart).

RAUP, D. M. (1967): Geometric analysis of shell coiling: coiling in ammonoids. — J. Paleont., 41/1, 43—65; Tulsa/Oklah.

RAUP, D. M. & STANLEY, ST. M. (1971): Principles of Paleontology. 388 S., 203 Abb.; San Francisco (Freemann & Co.).

RIBA ARDERIU, O. (1959): Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. — Monogr. Inst. „Lucas Mallada" Invest. geol., **16**, 283 S., 37 Abb., 14 Taf., 1 Karte; Madrid.

ROMAN, F. & PÉTOURAUD, CH. (1927): Étude sur la faune de Bajocien supérieur du Mont d'Or Lyonnais. — Trav. Lab. géol. Lyon, **11/9**, 55 S., 8 Abb., 7 Taf.; Lyon.

SAYN, G. & ROMAN, F. (1928): II-Monographie stratigraphique et paléontologique du Jurassique moyen de La Voulte-sur-Rhône, 1. Teil. — *In:* ROMAN, F.: Études sur le Callovien de la Vallée du Rhône. — Trav. Lab. géol. Lyon, **13**, 165 S., 29 Abb., 12 Taf.; Lyon.

SCHINDEWOLF, O. H. (1953): Über *Strenoceras* und andere Dogger-Ammoniten. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1953**, 119—130, 10 Abb.; Stuttgart.

— (1961—68): Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. — Abh. Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Math.-naturw. Kl., **I—VIII**, 901 S., 478 Abb., 3 Taf.; Mainz.

— (1963): *Acuariceras* und andere heteromorphe Ammoniten aus dem oberen Dogger. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **116/2**, 119—148, 14 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.

SCHMIDT, H. (1930): Über die Bewegungsweise der Schalencephalopoden. — Paläont. Z., **12**, 1—4, 194—208, 8 Abb.; Berlin.

SCHMIDTILL, E. (1940): *Parapatoceras distans* var. *macrocephalum* QUENST. aus den Macrocephalen-Schichten bei Staffelstein. — Z. deutsch. geol. Ges., **92**, 393—396, Taf. 15; Berlin.

SCHOLZ, H. (1966): Braunjuraprofil bei Glems (Kreis Reutlingen) am Fuße der Schwäbischen Alb, aufgenommen beim Bau des Pumpspeicherwerkes Glems in den Jahren 1963—1964, und Beiträge zur Kenntnis des Braunjuras zwischen Echaz und Erms. — Dipl.-Arb. Univ. Tübingen. — [Mskr.]

SCUPIN, H. (1912): Welche Ammoniten waren benthonisch, welche Schwimmer? — Verh. Deutsch. Zoolog. Ges. u. d. 22. Jahresvers. zu Halle, **1912**, 351—367; Halle.

SEILACHER, A. (1975): Mechanische Simulation und funktionelle Evolution des Ammoniten-Septums. Paläont. Z., **49/3**, 268—286, 8 Abb.; Stuttgart.

SEYFRIED, H. (1970): Der subbetische Jura von Ricote-Abaran. — Dipl.-Arb. Univ. Stuttgart. — [Mskr.]

SPATH, L. F. (1924): On the Blake collection of ammonites from Kachh, India. — Mem. geol. Surv. India, Palaeont. Indica, n. S. 9/1, 29 S.; Calcutta.

— (1927—33): Revision of the Jurassic cephalopod faunas of Kachh (Cutch). — India Geol. Surv. Mem., Palaeont. Indica, n. S., 9/2, T. 1—6, 945 S., 130 Taf.; Calcutta.

SPATH, L. F. (1933): The evolution of the Cephalopoda. — Biol. Review, **8**, 418—462, 13 Abb.; London.

STEHN, E. (1923): Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika, XXV — Beiträge zur Kenntnis des Bathonien und Callovien in Südamerika. — N. Jb. Mineral., Geol., Paläont., **49**, 52—158, 21 Abb., 8 Taf.; Stuttgart.

STOLL, E. (1934): Die Brachiopoden und Mollusken der pommerischen Doggergeschiebe. — Abh. geol.-paläont. Inst. Greifswald, **13**, 62 S., 4 Tab.; Greifswald.

STURANI, C. (1967): Reflexions sur les faciès lumachelliques du Dogger mésogéen („lumachelle à Posidonia alpina" auctt.). — Boll. Soc. geol. Ital., **86**, 445—467; Modena.

— (1971): Ammonites and stratigraphy of the „*Posidonia alpina*" beds of the Venetian Alps. (Middle Jurassic, mainly Bajocian). — Mem. Istit. Geol., Min. Univ. Padova, **28**, 190 S., 16 Taf., 46 Abb.; Padova.

TERQUEM, O. (1857): Observation sur un fossile nouveau trouvé dans le department de la Moselle. — Bull. Soc. Hist. nat. Moselle, **8**, 160—163; Metz.

TERZIDIS, A. (1966): Der Braune Jura im Gebiet zwischen Eningen und Glems (Mittlere Schwäbische Alb, Württemberg). — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F. **48**, 31—67, 4 Abb., 1 Tab; Stuttgart.

WAAGEN, W. (1873—75): Jurassic fauna of Kutch. The Cephalopoda. — Mem. geol. Surv. India, Palaeont. Indica, 1/9, 247 S., 60 Taf.; Calcutta.

WENDT, J. (1971): Genese und Fauna submariner sedimentärer Spaltenfüllungen im mediterranen Jura. — Palaeontographica, **136**, A, 121—192, 20 Abb., 7 Tab., 4 Taf.; Stuttgart.

WESTERMANN, G. (1956): Phylogenie der Stephanocerataceae und Perisphinctaceae des Dogger. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **103**, 233—279, 3 Beil., 9 Abb.; Stuttgart.

— (1965): Septal and sutural patterns in evolution and taxonomy of Thamboceratidae and Clydoniceratidae (M. Jurassic, Ammonitina). — J. Paleont., **39/5**, 864—874, Taf. 101—102, 4 Abb.; Tulsa/Oklah.

— (1967): The umbilical lobes of Stephanoceratacean ammonites. — J. Paleont., **41/1**, 259—261, 1 Abb.; Tulsa/Oklah.

— (1975): Bajocian Ammonoid fauna of Tethyan affinities from the Kambe Limestone Series of Kenya and implication to plate tectonics. — Newsl. Stratigr., **4/1**, 23—48, 6 Abb., 2 Taf., 1 Tab.; Berlin & Stuttgart.

WETZEL, W. (1924): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des mittleren Dogger von Nordwesteuropa. — Palaeontographica, **65**, 155—247; Stuttgart.

— (1937): Studien zur Paläontologie des nordwesteuropäischen Bathonien. — Palaeontographica, A, 87, 77—157, 14 Abb., Taf. 10—15; Stuttgart.

Wiedmann, J. (1966): Stammesgeschichte und System der posttriadischen Ammonoideen. Ein Überblick. — N. Jb. Geol. Paläont., 125, 49—79, 13 Abb., 2 Taf.; 127, 13—81, 47 Abb., 6 Taf.; Stuttgart. — [125: 1966a; 127: 1966b]

— (1969): The Heteromorphs and Ammonoid Extinction. — Biol. Rev., 44, 563—602, 23 Abb., 3 Taf.; London.

— (1970): Probleme der Lobenterminologie. — Eclogae geol. Helv., 63/3, 909—922, 5 Abb.; Basel.

Zakrzewski, A. J. A. (1887): Die Grenzschichten des Braunen zum Weißen Jura in Schwaben. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 43, 87—141, 2 Taf.; Stuttgart.

Ziegler, B. (1962): Die Ammoniten-Gattung *Aulacostephanus* im Oberjura (Taxionomie, Stratigraphie, Biologie). — Palaeontographica, A, 119, 172 S., 85 Abb., 5 Tab., 22 Taf.; Stuttgart.

— (1963): Ammoniten als Faziesfossilien. — Paläont. Z., 37/1/2, 96—102, 3 Abb.; Stuttgart.

— (1967): Ammoniten-Ökologie am Beispiel des Oberjura. — Geol. Rdsch., 56, 439—464, 20 Abb.; Stuttgart.

Zittel, K. A. v. (1884): Handbuch der Palaeontologie. Abt. 1, 2, 893 S., 1109 Abb.; München & Berlin (R. Oldenbourg).

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerhard Dietl, Staatliches Museum für Naturkunde, Arsenalpl. 3, D 7140 Ludwigsburg.

Tafel 1

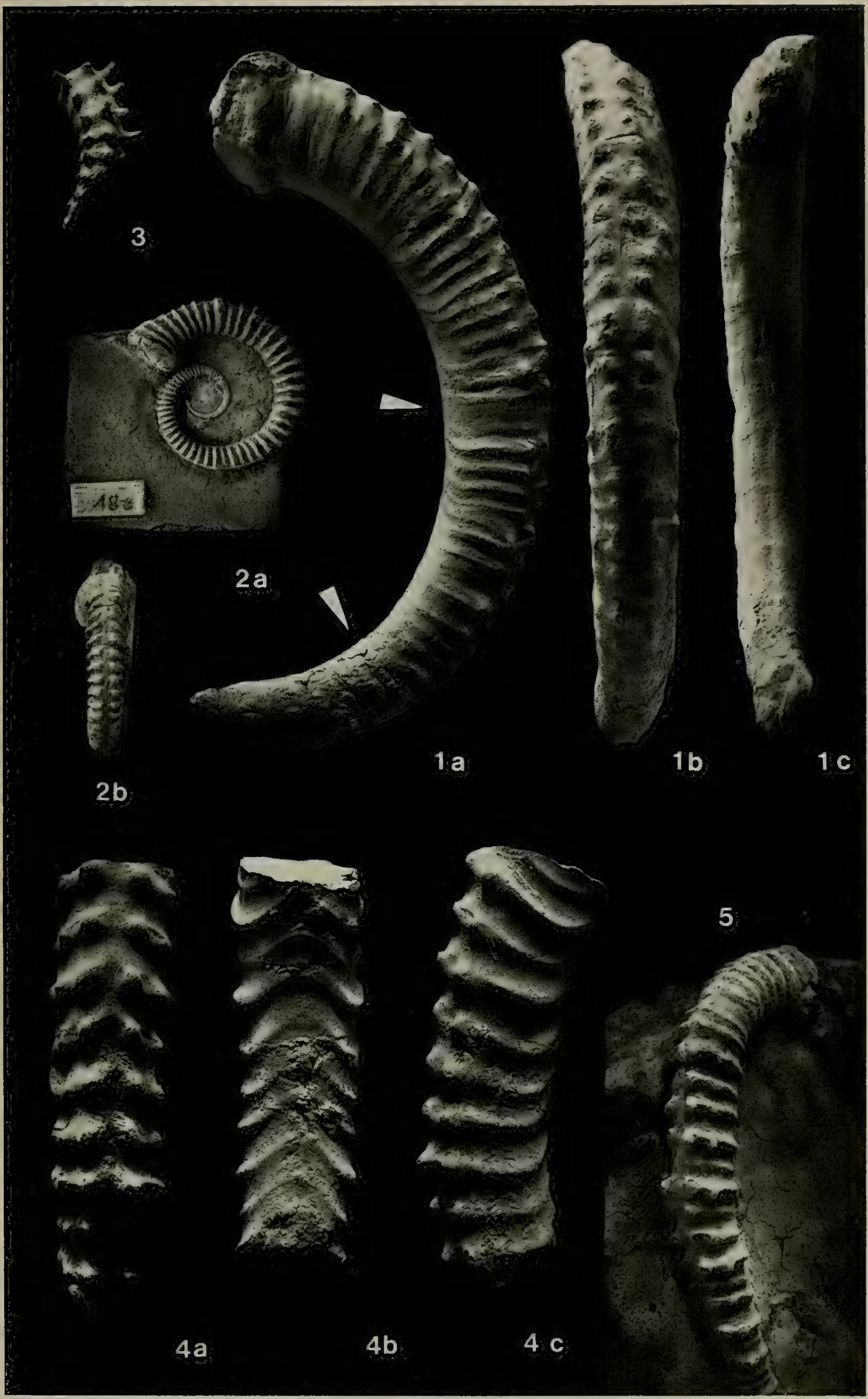
Fig. 1. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Lectotyp (partim). Orig. zu Baugier & Sauzé 1843, Taf. 1, Fig. 1—4, und Orig. zu d'Orbigny 1850, Taf. 231, Fig. 1—5. Das Exemplar ist aus mindestens 3 Teilen verschiedener Individuen der gleichen Art zusammengesetzt. Die weißen Pfeile markieren die Kontaktstellen. Der zwischen den Pfeilen liegende Gehäuseteil gilt als Lectotyp. Die einzelnen Steinkernfragmente bestehen aus dolomitischem Kalk. Sie sind alle deformiert und zumindest auf einer Flanke stark angewittert.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort. — x 2/3.

Fig. 2. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Orig. zu Quenstedt 1887, Taf. 70, Fig. 40. Pyritsteinkern einer Jugendwindung.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

Fig. 3. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Gekammertes Fragment einer Jugendwindung in kieseliger Erhaltung, noch die ursprüngliche Stachelskulptur zeigend.
Oberbajocium, Mont d'Or (Ciret)/Lyon, Frankreich. École des Mines, Paris. — x 1.

Fig. 4. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Orig. zu Dietl 1974, Taf. 1, Fig. 2. Teilweise gekammertes Fragment in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Ventralansicht, b: Dorsalansicht, c: Lateralansicht.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Rabanera del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1395/2. — x 1.

Fig. 5. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Unregelmäßig skulptiertes Exemplar in Pyriterhaltung.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1482/3. — x 1.


3
148a
2a
2b
1a
1b
1c
5
4a
4b
4 c

Tafel 2

Fig. 1. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu QUENSTEDT 1887, Taf. 70, Fig. 44. Jugendwindungen in Pyriterhaltung; Lateralansicht.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

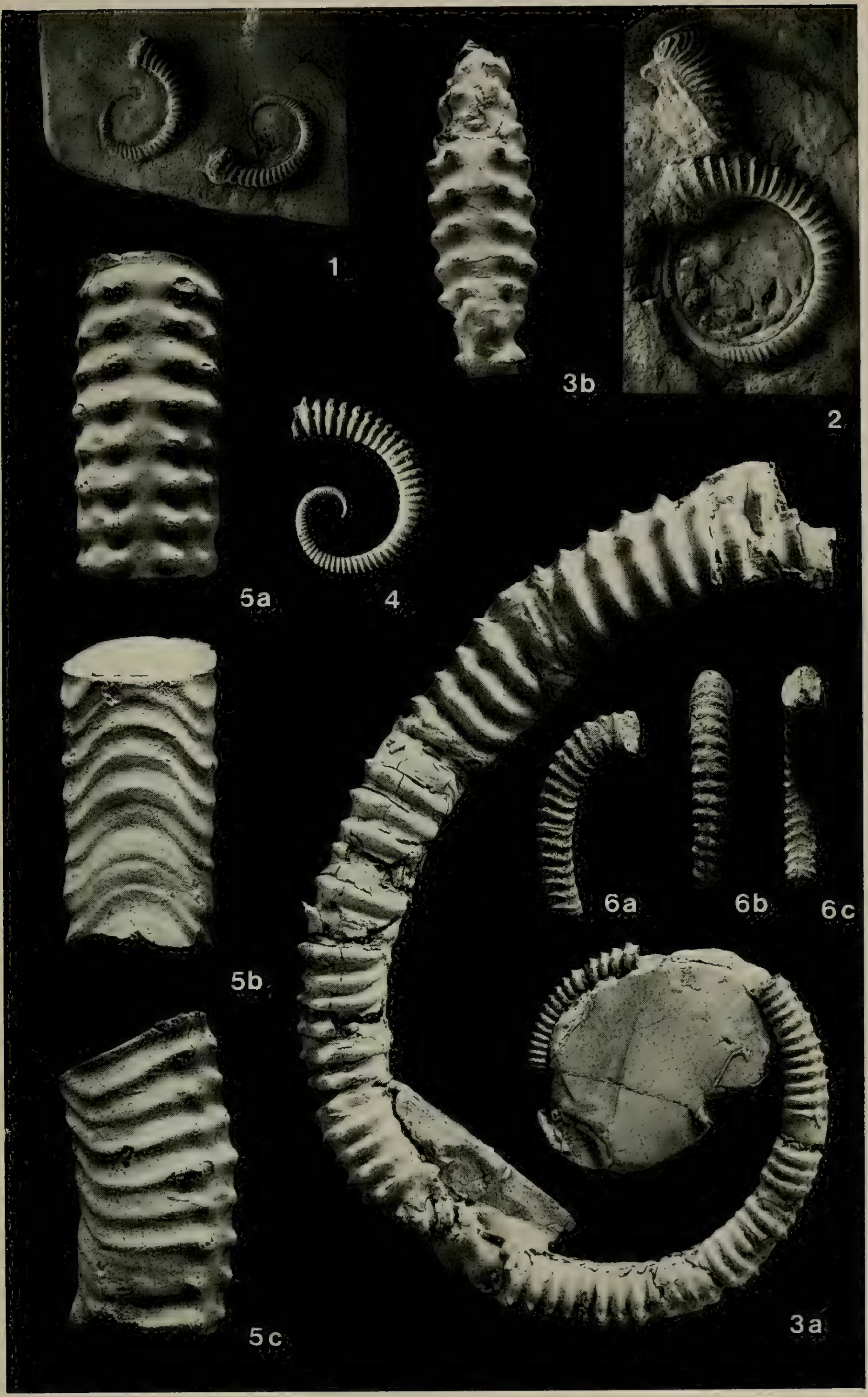
Fig. 2. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Jugendwindung in Pyriterhaltung; Lateralansicht. Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22 953. — x 1.

Fig. 3. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Exemplar in Schalenerhaltung.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht im Bereich der vorderen Wohnkammer.
Oberbajocium, Bethel bei Bielefeld (Westfalen)/Deutschland. Niedersächsisches LA für Bodenforschung, Hannover, Nr. d 555 - 3. — x 1.

Fig. 4. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Verkieselte Jugendwindung; Lateralansicht. Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Mont d'Or (Ciret)/Lyon, Frankreich. École des Mines, Paris. — x 1.

Fig. 5. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu QUENSTEDT 1848, Taf. 11, Fig. 15; 1887, Taf. 70, Fig. 15. Wohnkammer-Fragment in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Ventralansicht, b: Dorsalansicht, c: Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts).
Oberbajocium, Metzingen bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

Fig. 6. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu BAUGIER & SAUZÉ 1843, Taf. 3, Fig. 4—6. Jugendwindung aus dolomitischem Kalk.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort. — x 1.


1
3b
2
5a
4
6a
6b
6c
5b
3a
5c

Tafel 3

Fig. 1. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Fast vollständige Wohnkammer eines adulten Exemplars in Kalkmergel-Erhaltung. Der untere angesetzte Teil (siehe Pfeil) gehört zu einem anderen Individuum der gleichen Art; Lateralansicht.
Oberbajocium, Echiré bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. École des Mines, Paris; Coll. Gourbinne 1888. — x 1/2.

Fig. 2. *Spiroceras orbignyi* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu QUENSTEDT 1887, Taf. 70, Fig. 36. Jugendwindung in Pyriterhaltung. Teile des äußeren Umgangs sind durch Pyritzersetzung verdickt.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

Fig. 3. *Spiroceras cylindricum* (BAUGIER & SAUZÉ). Wohnkammer-Fragment in Kalkoolith-Erhaltung, noch teilweise mit Schale; Lateralansicht.
Oberbajocium, Les Moutiers (Calvados)/Frankreich. École des Mines, Paris. — x 1.

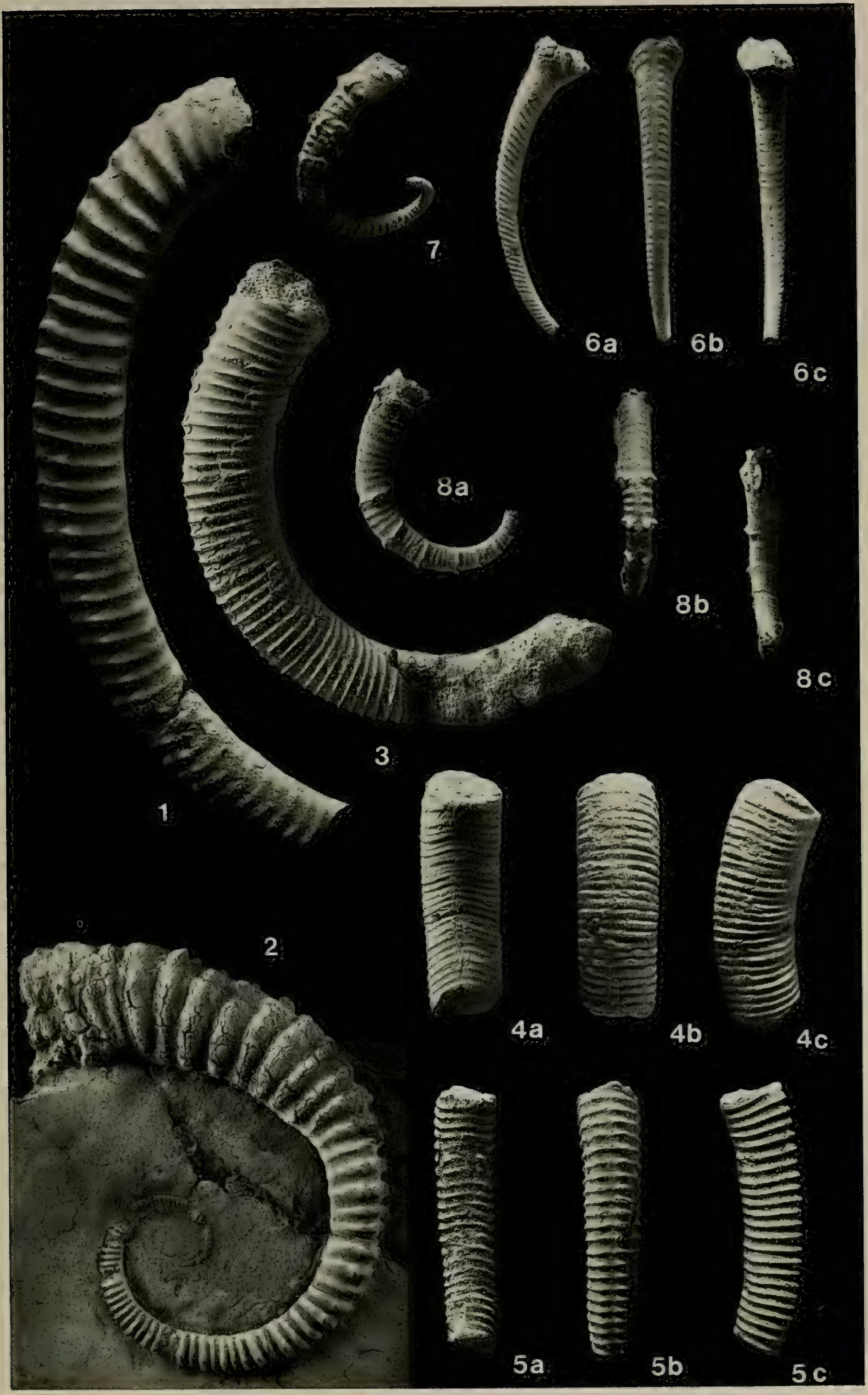
Fig. 4. *Spiroceras cylindricum* (BAUGIER & SAUZÉ). Holotyp. Orig. zu BAUGIER & SAUZÉ 1843, Taf. 2, Fig. 8—10, und Orig. zu D'ORBIGNY 1850, Taf. 232, Fig. 3—6. Wohnkammer-Fragment aus dolomitischem Kalk.
a: Dorsalansicht, b: Ventralansicht, c: Lateralansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort, Coll. A. BAUGIER. — x 1.

Fig. 5. *Spiroceras cylindricum* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu DIETL 1974, Taf. 1, Fig. 5. Wohnkammer-Fragment in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Dorsalansicht, b: Ventralansicht, c: Lateralansicht.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Rabanera del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1395/5. — x 1.

Fig. 6. *Spiroceras obliquecostatum* (QUENST.). Holotyp. Orig. zu QUENSTEDT 1856, Taf. 55, Fig. 5; 1887, Taf. 70, Fig. 28. Pyritsteinkern, Teile der Wohnkammer und des Phragmokons umfassend.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

Fig. 7. *Spiroceras fourneti* ROMAN & PÉTOURAUD (Stück bestimmt von ROMAN). Verkieselte Jugendwindung, in Form einer Raumspirale entrollt.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Mont d'Or (Ciret)/Lyon, Frankreich. École des Mines, Paris. — x 1.

Fig. 8. *Spiroceras fourneti* ROMAN & PÉTOURAUD. Verkieselte Jugendwindung.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Mont d'Or (Ciret)/Lyon, Frankreich, École des Mines, Paris. — x 1.

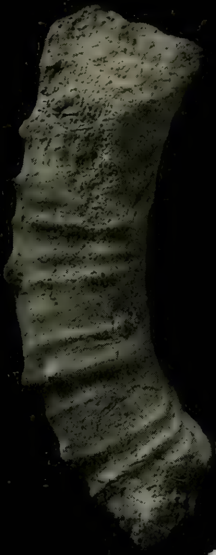

7
6a
6b
6c
8a
8b
8c
3
1
2
4a
4b
4c
5a
5b
5c

Tafel 4

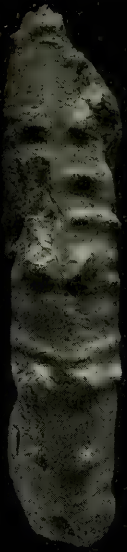
Fig. 1. *Spiroceras fourneti* Roman & Pétouraud. Wohnkammer-Fragment eines ausgewachsenen Tieres in Kalkmergel-Erhaltung, leicht deformiert und angewittert.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Rabanera del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22952. — x 1.

Fig. 2. Spiroceras sauzeanum (d'Orb.). Orig. zu Potonié 1929, Taf. 17, Fig. 1. Pyrit-Steinkern, fast vollständige Wohnkammer und Teile des Phragmokons umfassend; Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts).
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22310. — x 2/3.

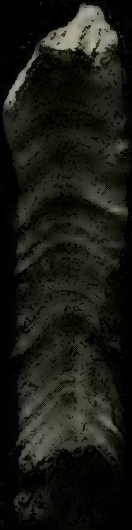
Fig. 3. *Spiroceras sauzeanum* (d'Orb.). Beleg zu Potonié 1929, S. 227. Gekammertes Fragment in Pyriterhaltung.
a: Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts), b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.



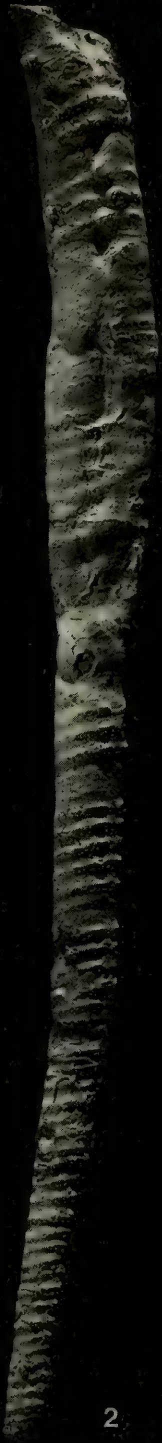
1a



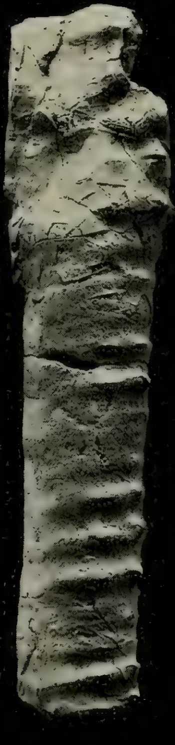
1b



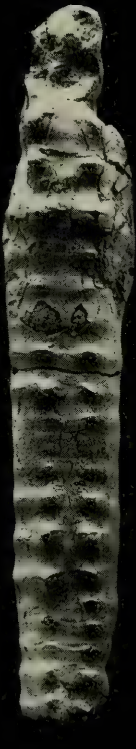
1c



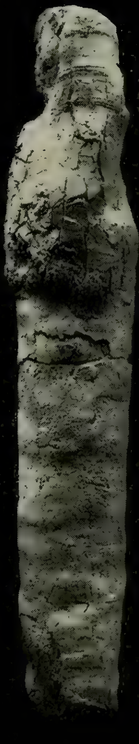
2



3a



3b



3c

Tafel 5

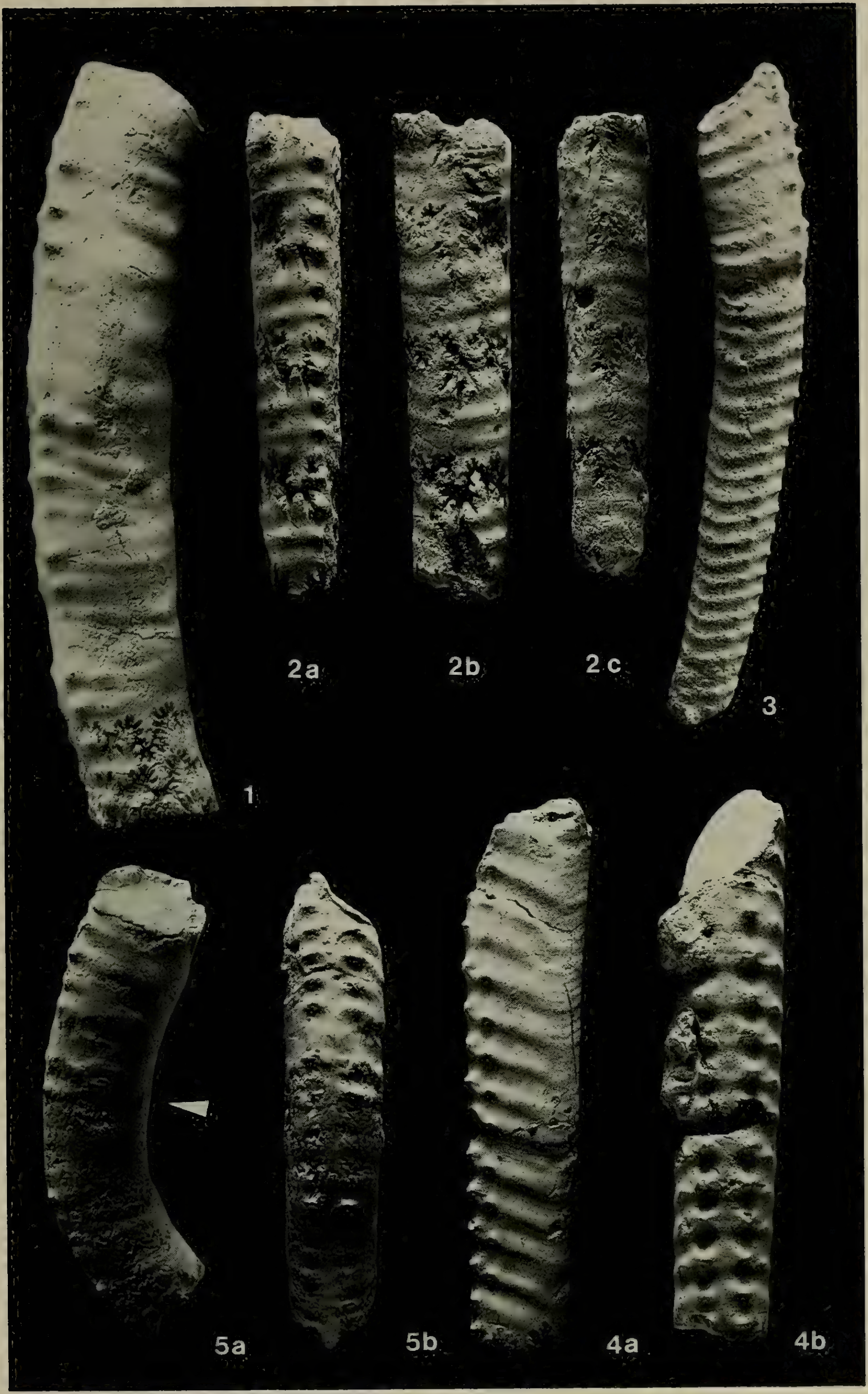
Fig. 1. *Spiroceras sauzeanum* (D'ORB.). Wahrscheinlich ausgewachsenes Individuum in Kalkmergel-Erhaltung, leicht verdrückt und angewittert; Lateralansicht (Ventralseite liegt links).
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Rabanera del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22950. — x 1.

Fig. 2. *Spiroceras sauzeanum* (D'ORB.). Orig. zu D'ORBIGNY 1850, Taf. 227, Fig. 1—4. Der Steinkern besteht aus dolomitischem Kalk. Eine Flanke ist stark angewittert.
a: Ventralansicht, b: Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts), c: Dorsalansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort. — x 1.

Fig. 3. *Spiroceras sauzeanum* (D'ORB.). Wohnkammer eines jugendlichen Individuums in Kalkmergel-Erhaltung, leicht deformiert; Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts).
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Rabanera del Pinar (Prov. Burgos)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22951. — x 1.

Fig. 4. *Spiroceras sauzeanum* (D'ORB.). Holotyp. Orig. zu D'ORBIGNY 1850, Taf. 227, Fig. 5—7. Der Steinkern (Wohnkammer) besteht aus dolomitischem Kalk.
a: Lateralansicht (Ventralseite liegt links), b: Ventralansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort. — x 1.

Fig. 5. *Spiroceras baugieri* (D'ORB.) und *Spiroceras sauzeanum* (D'ORB.). Lectotyp (partim). Orig. zu D'ORBIGNY 1850, Taf. 226, Fig. 1—4. Das Exemplar ist aus 2 Fragmenten verschiedener Arten zusammengesetzt. Der Pfeil weist auf die Kontaktstelle. Nur das untere, gekammerte Bruchstück gilt als Lectotyp für *Spir. baugieri*. Beide Teilstücke sind stark verwittert.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort, Coll. A. BAUGIER. — x 1.


1
2a
2b
2c
3
5a
5b
4a
4b

Tafel 6

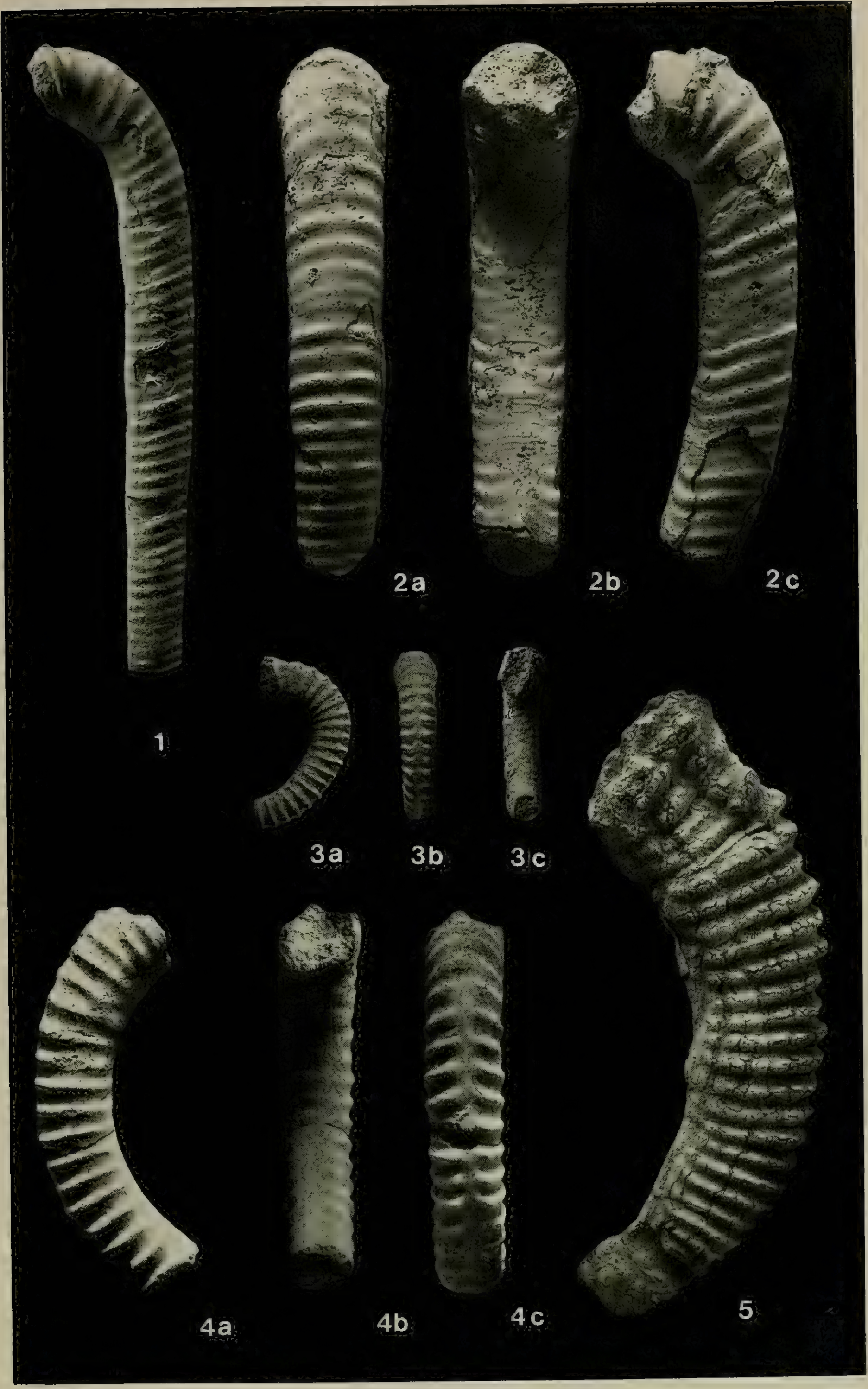
Fig. 1. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Wohnkammer-Fragment eines adulten Individuums mit teilweise erhaltener Schale und vollständiger Mündung; Lateralansicht.
Oberbajocium, Bayeux (Calvados)/Frankreich. Musée National d'Hist. Nat., Paris, Nr. B 10387. — x 1/2.

Fig. 2. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Orig. zu D'ORBIGNY 1850, Taf. 225, Fig. 1, 2. Wohnkammer-Fragment eines adulten Individuums mit teilweise erhaltener Schale und Mündung.
a: Ventralansicht, b: Dorsalansicht, c: Lateralansicht.
Oberbajocium, Bayeux (Calvados)/Frankreich. Musée National d'Hist. Nat., Paris, Nr. R 721. — x 1.

Fig. 3. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Holotyp. Orig. zu DESHAYES 1831, Taf. 6, Fig. 5. Wohnkammer-Fragment einer Jugendwindung in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht, c: Dorsalansicht.
Oberbajocium, Caen (Calvados)/Frankreich. École des Mines, Paris. — x 1.

Fig. 4. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Orig. zu DIETL 1974, Taf. 1, Fig. 4. Wohnkammer-Fragment in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Lateralansicht, b: Dorsalansicht, c: Ventralansicht.
Oberbajocium (*garantiana*-Z.), Aldea del Pinar bei Hontoria (Prov. Burgos)/Spanien. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1395/4. — x 1.

Fig. 5. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Durch Pyritzersetzung aufgeblähte Wohnkammer; Lateralansicht.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22322. — x 1.


1
2a
2b
2c
3a
3b
3c
4a
4b
4c
5

Tafel 7

Fig. 1. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Jugendwindung in Pyriterhaltung; Lateralansicht. Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. Ce 1482/2. — x 1.

Fig. 2. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Mit Schale erhaltene Jugendwindung; Lateralansicht. Oberbajocium, Bayeux (Calvados)/Frankreich. École des Mines, Paris; Coll. PUZOS 1848. — x 1.

Fig. 3. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Mit Schale erhaltene Jugendwindung; Lateralansicht. Oberbajocium, Bayeux (Calvados)/Frankreich. École des Mines, Paris; Coll. PUZOS 1848. — x 1.

Fig. 4. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Mit Schale erhaltene Jugendwindung; Lateralansicht. Oberbajocium, Bayeux (Calvados)/Frankreich. École des Mines, Paris; Coll. PUZOS 1848. — x 1.

Fig. 5. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Kalkmergel-Steinkern einer Jugendwindung; Lateralansicht. Oberbajocium (*baculata*-Subzone der *subfurcatum*-Z.), Tuéjar (Profil G 9,920 nach HINKELBEIN 1975), (Prov. Valencia)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22946. — x 1.

Fig. 6. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Orig. zu D'ORBIGNY 1850, Taf. 234, Fig. 10. Wohnkammer-Fragment eines noch nicht ausgewachsenen Exemplares, in Form einer Raumspirale entrollt. a: Lateralansicht, b: Dorsalansicht, c: Ventralansicht.
Oberbajocium, Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort, Coll. A. BAUGIER. — x 1.

Fig. 7. *Spiroceras laevigatum* (D'ORB.). Wohnkammer-Fragment eines wahrscheinlich ausgewachsenen Individuums; Ventralansicht.
Oberbajocium (*baculata*-Subzone der *subfurcatum*-Z.). Albarracín (Profil A 301, 220 nach HINKELBEIN 1975), (Prov. Teruel)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22947. — x 1.

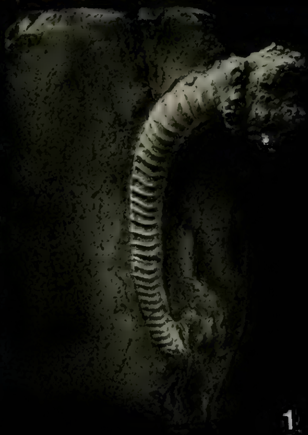
Fig. 8. *Spiroceras laevigatum* (D'ORB.). Orig. zu QUENSTEDT 1856, Taf. 55, Fig. 15; 1887, Taf. 70, Fig. 17, und Orig. zu POTONIÉ 1929, Taf. 17, Fig. 3. Fragment eines Kalkmergel-Steinkerns; Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts).
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 1.

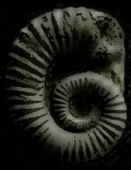
Fig. 9. *Spiroceras laevigatum* (D'ORB.). Wohnkammer-Fragment eines jugendlichen Individuums in Kalkmergel-Erhaltung; Lateralseite.
Oberbajocium (*garantiana*-Z.), Villel (Profil E 18,425 nach HINKELBEIN 1975), (Prov. Teruel)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22948. — x 1.

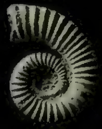
Fig. 10. *Parapatoceras tenue* (BAUGIER & SAUZÉ). Lectotyp (partim). Orig. zu BAUGIER & SAUZÉ 1843, Taf. 4, Fig. 3—5. Das Exemplar ist aus 2 Wohnkammer-Fragmenten verschiedener Individuen der gleichen Art zusammengesetzt. Die Klebestelle ist am Knick zu erkennen. Der Pfeil weist auf die Kontaktstelle. Das untere (siehe Abb.), besser erhaltene Fragment gilt als Lectotyp.
a: Ventralansicht, b: Dorsalansicht, c: Lateralansicht (Ventralseite liegt links).
Oberbathonium, Umgebung von Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort, Coll. A. BAUGIER. — x 1.

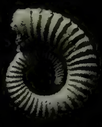
Fig. 11. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). (Stück bestimmt von A. BAUGIER). Wohnkammer-Fragment in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Ventralansicht, b: Lateralansicht (Ventralseite liegt links), c: Dorsalansicht.
Untercallovium, Niort-St. Florant (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort, Coll. A. BAUGIER. — x 1.

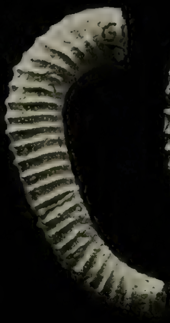
Fig. 12. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). Wohnkammer-Fragment in Pyriterhaltung; Lateralansicht (Ventralseite liegt links).
Untercallovium (*macrocephalus*-Z.), Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22949. — x 1.

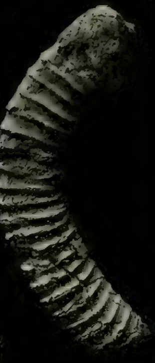

1


2

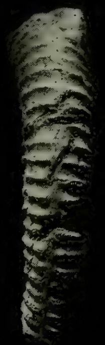

3

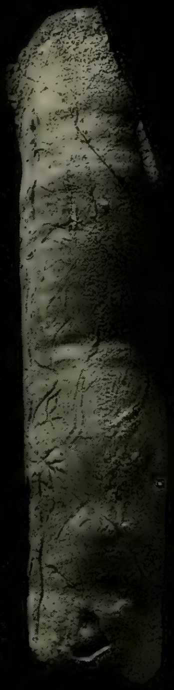

4

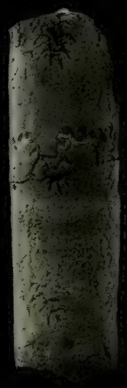

5

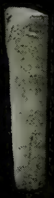

6a

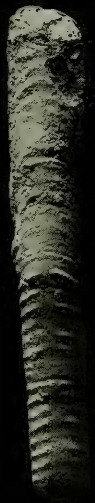
6b

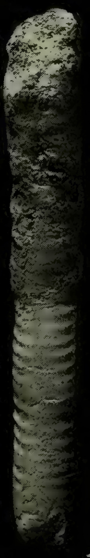

6c

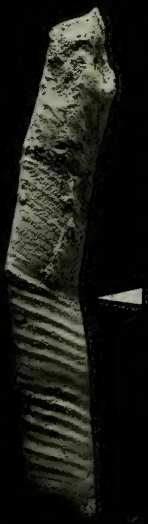

7

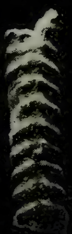

8

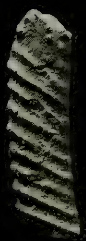

9

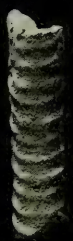

10a


10b


10c


11a


11b


11c

12

Tafel 8

Fig. 1. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). Wohnkammer-Fragment eines adulten Tieres in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Ventralansicht, b: Lateralansicht (Ventralseite liegt links).
Untercallovium, Niort-St. Florant (Dép. Charente)/Frankreich. Musée de Niort, Coll. A. BAUGIER. — x 1.

Fig. 2. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). Gekammertes Pyrit-Steinkernfragment.
a: Ventralansicht, b: Dorsalansicht.
Untercallovium (*macrocephalus*-Z.), Laurac bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22939. — x 1.

Fig. 3. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). Unvollständige Wohnkammer eines fast adulten Tieres in Kalkmergel-Erhaltung.
a: Ventralansicht, b: Lateralansicht (Ventralseite liegt rechts), c: Dorsalansicht.
Untercallovium, Villel (Profil E 23 nach HINKELBEIN 1975), (Prov. Teruel)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22940. — x 1.

Fig. 4. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu POTONIÉ 1929, Taf. 19, Fig. 46, 47. Gekammertes Fragment in Pyriterhaltung; Lateralansicht (Ventralseite liegt links).
Mittelcallovium, Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22311. — x 1.

Fig. 5. *Parapatoceras tuberculatum* (BAUGIER & SAUZÉ). Gekammertes Fragment in Pyriterhaltung.
a: Ventralansicht, b: Lateralansicht (Ventralseite liegt links), c: Dorsalansicht.
Mittelcallovium, Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1482/1. — x 1.

Fig. 6. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Gekammertes Fragment in Pyriterhaltung; Ventralansicht.
Untercallovium (*macrocephalus*-Zone), Laurac bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22941. — x 1,2.

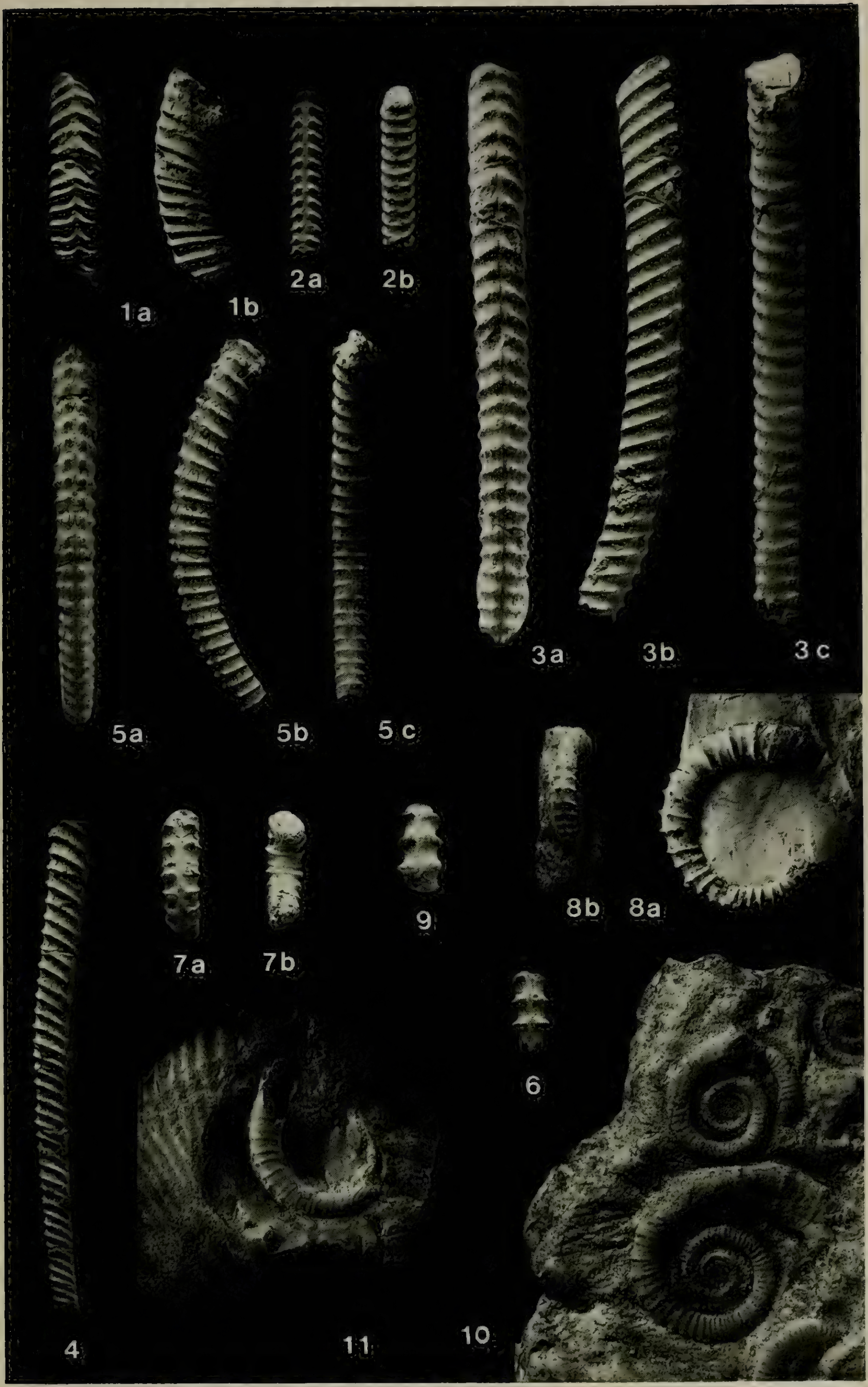
Fig. 7. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Wohnkammer-Fragment in Pyriterhaltung.
a: Ventralansicht, b: Dorsalansicht.
Oberbathonium (*retrocostatum*-Z.), Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22942. — x 1,2.

Fig. 8. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Pyrit-Steinkern eines adulten Tieres mit Teilen der Wohnkammer und des Phragmokons.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht.
Oberbathonium (*retrocostatum*-Z.), St. Etienne-de-Boulogne bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22943. — x 1.

Fig. 9. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Wohnkammer-Fragment in Pyriterhaltung; Ventralansicht.
Oberbathonium (*retrocostatum*-Z.), Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22944. — x 1.

Fig. 10. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Orig. zu MORRIS 1845, Taf. 6, Fig. 3b und Orig. zu S. BUCKMAN 1925, Taf. 88 A, Fig. A; Taf. 88 B, Fig. A, B. Foto vom Abguß des Originals.
? Untercallovium, Cocklebury Hill bei Chippenham (Wiltshire)/England. The City Museum Bristol, Nr. Ca 5219. — x 1.

Fig. 11. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Kalkmergel-Steinkern in Lateralansicht, Teile der Wohnkammer und des Phragmokons umfassend.
Untercallovium (*macrocephalus*-Z.), Villel (Profil E 23 nach HINKELBEIN 1975), (Prov. Teruel)/Spanien. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22945. — x 1.


1a
1b
2a
2b
3a
3b
3c
5a
5b
5c
8b
8a
7a
7b
9
6
4
11
10

Tafel 9

Fig. 1. *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé). Kalzit-Steinkern eines jugendlichen Individuums mit erhaltener Embryonalwindung.
Untercallovium, Chippenham (Wiltshire)/England. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 9582/1. — x 9.

Fig. 2. *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé). Protoconch mit Teilen des 1. Umgangs — Frontalansicht mit Septalfläche (2. Septum).
Untercallovium, Chippenham (Wiltshire)/England. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 9582/2. (Stereoscan-Aufnahme des Institutes für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Nr. 13119/1682). — x 90.

Fig. 3. *Paracuariceras incisum* Schindew. Gekammertes Fragment in Pyrit-Erhaltung; Ventralseite liegt links.
Untercallovium, Laurac bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22936. — x 2.

Fig. 4. *Paracuariceras incisum* Schindew. Gekammertes Fragment mit Teilen der Wohnkammer in Pyrit-Erhaltung; Ventralseite liegt links.
Untercallovium, Vesseaux bei Aubenas (Dép.Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22937. — x 2.

Fig. 5. *Paracuariceras incisum* Schindew. Orig. zu Schindewolf 1963, Taf. 7, Fig. 8. Pyrit-Steinkern in Ventralansicht.
Mittelcallovium (*jason*-Z.), Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart. — x 8.

Fig. 6. *Paracuariceras incisum* Schindew. Holotypus. Orig. zu Quenstedt 1851, Taf. 30, Fig. 4; 1856, Taf. 69, Fig. 19 und Orig. zu Schindewolf 1963, Taf. 6, Fig. 8. Vollständigstes bekanntes Exemplar in Lateralansicht, Ventralseite liegt rechts.
Mittelcallovium (*jason*-Z.), Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 4/69/19. — x 3.

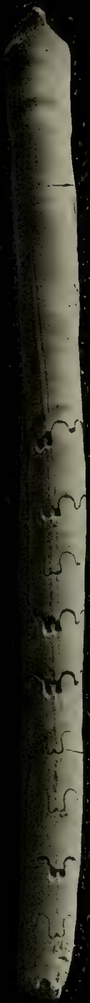
Fig. 7. *Acuariceras acuarius* (Quenst.). Orig. zu Schindewolf 1963, Taf. 6, Fig. 5. Pyrit-Steinkernfragment in Lateralansicht, Ventralseite liegt links.
Mittelcallovium (*jason*-Z.), Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 3.

Fig. 8. *Acuariceras acuarius* (Quenst.). Orig. zu Quenstedt 1887, Taf. 90, Fig. 31 und Orig. zu Schindewolf 1963, Taf. 6, Fig. 4. Pyrit-Steinkernfragment in Ventralansicht.
Mittelcallovium (*jason*-Z.), Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen. — x 3.

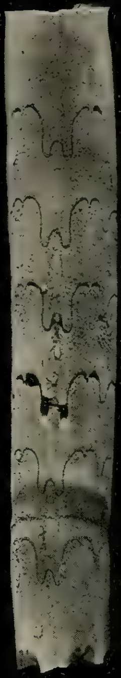
Fig. 9. *Acuariceras acuarius* (Quenst.). Orig. zu Schindewolf 1963, Taf. 6, Fig. 2. Pyrit-Steinkernfragment in Ventralansicht.
Mittelcallovium (*jason*-Z.), Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart. — x 3.

Fig. 10. *Acuariceras acuarius* (Quenst.). Zerdrücktes Pyrit-Steinkernfragment in Ventralansicht.
Mittelcallovium (*jason*-Z.), Gammelshausen (Kreis Göppingen, Baden-Württemberg)/Deutschland. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22938, Slg. Waidelich. — x 1, 5.

10


9

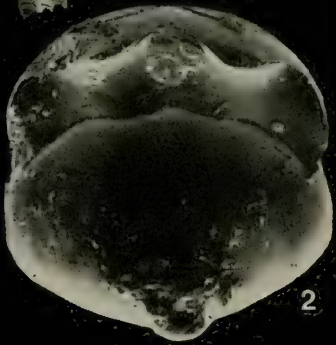
8


5

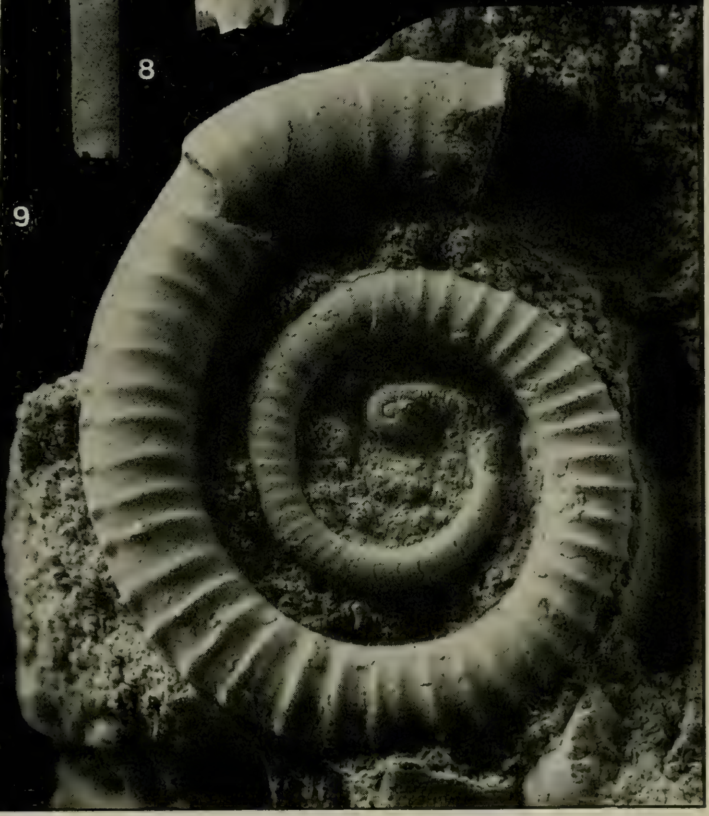
7

4

3


2

6


1

Tafel 10

Fig. 1. *Epistrenoceras histricoides* (ROLLIER). Pyrit-Steinkern einer Jugendwindung; Teile der Wohnkammer sind erhalten.
Oberbathonium, Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22959. — x 2.

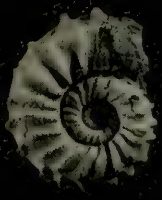
Fig. 2. *Epistrenoceras histricoides* (ROLLIER). Gekammertes Fragment (Lobendrängung) in Pyrit-Erhaltung. Die Internseite zeigt in der Mitte eine wulstartige Erhebung (konkave Innenwindungszone fehlt). Diese ist von zwei schlitzartigen Furchen begrenzt, in der sich die Vertiefungen für die jeweiligen Stachelenden der nächst inneren Windung befinden.
Oberbathonium, Vesseaux bei Aubenas (Dép. Ardèche)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22958. — x 2.

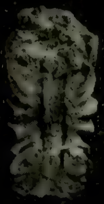
Fig. 3. *Epistrenoceras histricoides* (ROLLIER). Innerste Windungen in Pyrit-Erhaltung. Die Windung hebt über eine kurze Strecke von der nächst inneren ab. Eine biologische Ursache dieser Spiralunregelmäßigkeit ist wahrscheinlich. Eine Verformung durch Pyrit-Zersetzung ist aber nicht völlig auszuschließen.
Oberbathonium, Vauvenargues bei Aix en Prov./Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22966. — x 25.

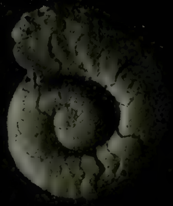
Fig. 4. *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZÉ). Anhäufung von vollständigen Exemplaren (Kalziterhaltung).
Untercallovium, Chippenham (Wiltshire)/England. École des Mines, Paris. — x 1.

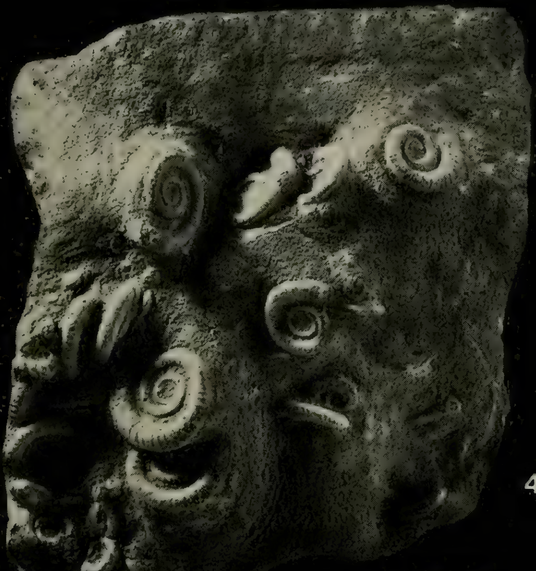
Fig. 5. *Spiroceras annulatum* (DESH.). Fragment in Pyrit-Erhaltung. Wie aus der Verlegung des Externlobus leicht zu erkennen, hat sich das Tier in seiner Gehäuseröhre nach links gedreht. Die ursprünglich schon leicht asymmetrische Lage des Externlobus (schief liegend, links vom Ventralband) verstärkt sich im Bereich der Röhrenkrümmung (oberes Drittel des abgebildeten Fragmentes). Der Umbilicallobus 2 liegt nun im Bereich des Ventralbandes.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Glems bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Brg. — x 2.

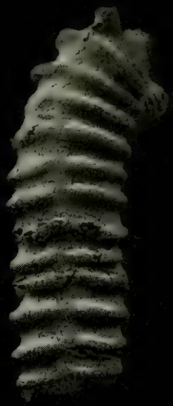
Fig. 6. Sogenanntes Hamiten-Nest. Es handelt sich hier überwiegend um die Reste wahrscheinlich umgelagerter Spiroceraten, die vor ihrer Umbettung schon in Pyrit-Erhaltung vorlagen. Wie leicht verständlich, fehlen bei solchen Anhäufungen meistens die zarten Innenwindungen.
Oberbajocium, Eningen unt. Achalm bei Reutlingen (Baden-Württemberg)/Deutschland. Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1482/4. — x 1.

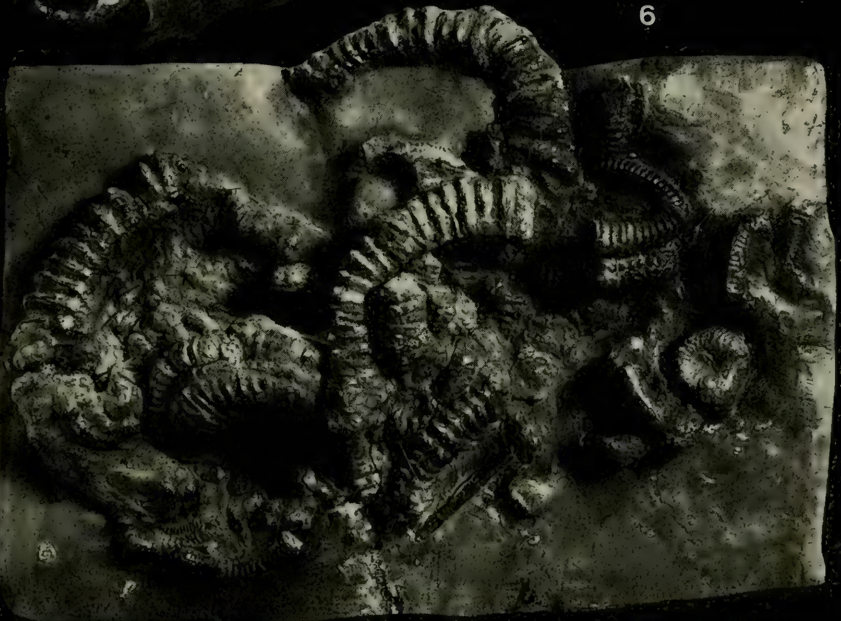

1


2


3


4


5


6

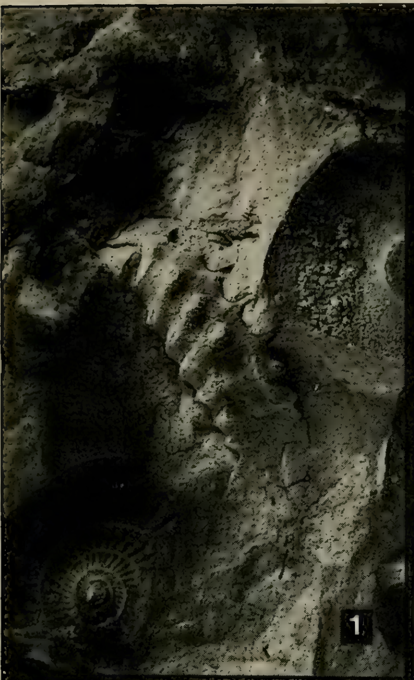
Tafel 11

Fig. 1. *Spiroceras orbignyi* (Baugier & Sauzé). Wohnkammerteil (Steinkern) mit teilweise erhaltenen Stacheln.
Oberbajocium (*subfurcatum*-Z.), Mougon bei Niort (Dép. Charente)/Frankreich. Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22967. — x 1.

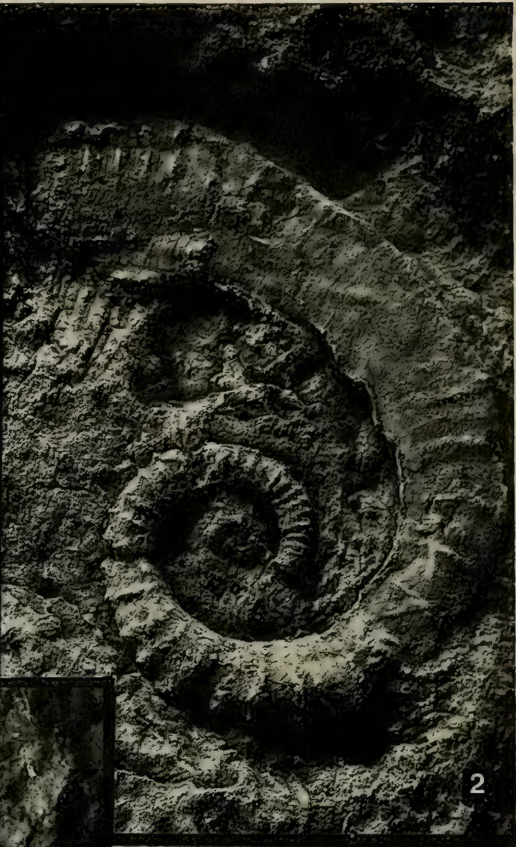
Fig. 2. *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé). Wohnkammer und Teile des Phragmokons (Limonit-Steinkern).
? Ober-Bathonium, am Mittelberg im Süntel bei Hessisch-Oldendorf (Niedersachsen)/Deutschland. Geologisch-Paläontologisches Institut u. Museum der Universität Münster; Grabung Hölder, Nr. HM 9. — x 2.

Fig. 3. Anhäufung von Ammoniten-Kleinformen, auch Heteromorphe der Art *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé), auf der Schichtfläche einer Spaltenfüllung.
Untercallovium, Rocca Busambra (Westsizilien)/Italien, Fauna 12 (Slg. J. Wendt). Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen, Ce 1482/5. — x 2.

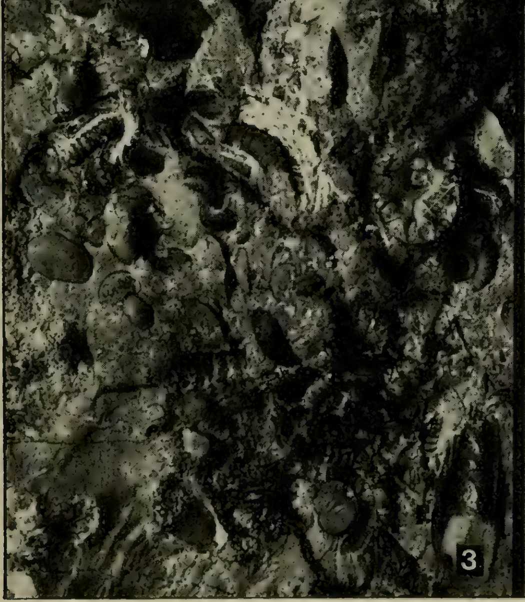
Fig. 4. *Parapatoceras distans* (Baugier & Sauzé). Angewittertes Exemplar, noch die Stachelskulptur zeigend. Erhaltung: bituminöser Kalkspat. Die auf dem Gesteinsstück neben dem Parapatoceraten noch erkennbaren kugeligen Gebilde sind zum größten Teil Protoconche oder die aufgerollten Embryonalwindungen anderer Heteromorpher.
Untercallovium, Cordillera Domeyko/Chile (Südamerika). Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Berlin, Slg. v. Hillebrandt, Nr. 12-080672. — x 2.



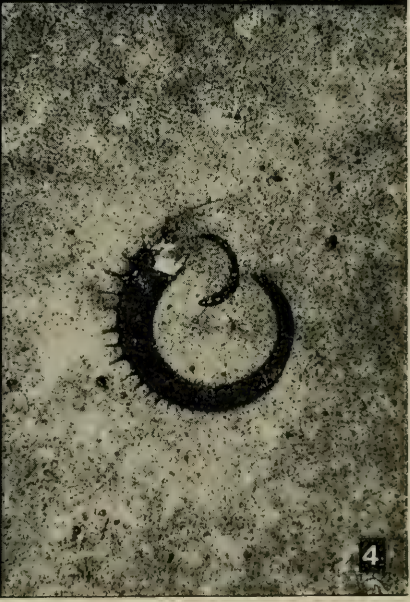
1



2



3



4

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 34 Stuttgart 1977

Der paläozäne Vulkanismus im Kraichgau

Von Otto Mäussnest, Stuttgart

Mit 10 Abbildungen

Zusammenfassung

Im Kraichgau, auf der Ostseite des Oberrheingrabens zwischen den hoch emporragenden Grabenschultern des Schwarzwaldes im S und des Odenwaldes im N gelegen, befinden sich mehrere Basaltvorkommen, meist in Form von Gängen. An diesen Vorkommen erfolgten ausführliche magnetische Feldmessungen. Alle Vorkommen sind normal magnetisiert. Sie stehen im Zusammenhang mit NNE-SSW-streichenden Spalten und damit auch mit der Bildung des Oberrheingrabens. Keinen Zusammenhang zeigen sie mit den kartierten Verwerfungen im Kraichgau, die wohl jünger sind als die dortigen Basaltvorkommen.

Es kann nicht ganz ausgeschlossen werden, daß die isolierten Basaltvorkommen des Schwarzwaldes bei Hornberg und im Feldberggebiet — sie sind allerdings rund 15 Millionen Jahre jünger — demselben Spaltensystem aufsitzen, das im Kraichgau das Aufdringen des Steinsbergschlotes, des Basaltgangsystems Neckarbischofsheim und des (bereits im Odenwald gelegenen) Katzenbuckel-Schlotes ermöglichte.

Summary

In the Kraichgau area near the eastern border of the Upper Rhine Graben, between the highlands of the Black Forest in the South and the Odin's Forest in the North, there are several basaltic occurrences, most of them forming dykes. These intrusions have been subject to thorough magnetic field research. All the occurrences show normal magnetization and are connected to breaks striking NNE-SSW and thus even to the formation of the Rhinegraben. They are not connected with the known faults which are supposed to be younger in this region than the volcanism.

It cannot be excluded that the isolated basaltic occurrences of the Black Forest near the little town of Hornberg and near the Feldberg— though 15 ma younger — are linked to the same system of breaks that made possible the rising of the volcanic material in the Kraichgau, exactly the Steinsberg volcano, the basaltic dyke system of Neckarbischofsheim and the Katzenbuckel volcano already situated in the southern part of the Odin's Forest.

Riassunto

Nell'area del Kraichgau ad est dell' „Oberrheingraben" tra le spalle della Foresta Nera a sud e dell'Odenwald a nord si trovano parecchie intrusioni basaltiche, per lo più sotto forma di dicchi. Questi fenomeni furono oggetto di dettagliate misurazioni magnetiche. Essi tutti dimostrano magnetizzazione normale e sono connessi con crepe in direzione NNE-SSO e quindi anche con la formazione del „Rheingraben". Non sono invece connessi con le faglie della zona che vengono considerate molto più giovani delle intrusioni basaltiche ivi incontrate.

Non è da escludere che anche i fenomeni basaltici isolati della Foresta Nera, che si trovano vicino alla piccola città di Hornberg e nell'area del Feldberg (che hanno circa 15 ma di anni in meno) siano dovuti allo stesso sistema di crepe che ha reso possibile nel Kraichgau la salita del materiale vulcanico dello Steinsberg, del sistema di dicchi basaltici di Neckarbischofsheim e del vulcano Katzenbuckel nella parte meridionale dell'Odenwald.

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 34 Stuttgart, 31. 12. 1977

Inhalt

Seite
1. Einleitung 2
  1.1. Allgemeiner Überblick 2
  1.2. Arbeitsmethode 2
2. Die Felduntersuchungen und ihre Ergebnisse 3
  2.1. Arbeitsgebiet Weiler 3
    2.1.1. Steinsbergschlot 3
    2.1.2. Basalttuffgang Flur „Kaiser“ 5
  2.2. Arbeitsgebiet Basaltgangsystem Neckarbischofsheim 5
  2.3. Arbeitsgebiet Basaltgangsystem Diedesheim-Neckarelz-Obrigheim 9
3. Vorkommen in Fortsetzung der Linie Steinsberg-Neckarbischofsheim 15
4. Zusammenhang zwischen tektonischem und magmatischem Geschehen im Kraichgau . . . 16
5. Literatur 17

1. Einleitung

1.1. Allgemeiner Überblick

Der Kraichgau stellt auf der Ostseite des Oberrheingrabens eine Einmuldung dar zwischen den hoch emporragenden Grabenschultern des Odenwaldes im Norden und des Schwarzwaldes im Süden. In den beiden stark emporgehobenen Landschaften stehen Buntsandstein und Grundgebirge an, in der wesentlich weniger stark emporgehobenen Landschaft des Kraichgaues Muschelkalk und Keuper, oft von Lössen überdeckt. Im Kraichgau befinden sich einige wenige basische Vulkanitvorkommen, die nach radiometrischen Altersbestimmungen von P. Horn, H. J. Lippolt & W. Todt (1972) in das Paläozän zu stellen sind. Die dortigen vulkanischen Bildungen befinden sich (von W nach E aufgeführt) bei Weiler (Meßtischblatt Nr. 6719 Sinsheim), Neckarbischofsheim (Meßtischblätter Nr. 6719 Sinsheim und Nr. 6619 Epfenbach) sowie bei Obrigheim (Meßtischblatt Nr. 6620 Mosbach). Zu dieser kleinen Vulkanprovinz gehört fernerhin noch der bereits im südlichen Odenwald befindliche Katzenbuckel-Schlot, für den schon L. Rüger (1933, 549) aufgrund scharfsinniger Überlegungen ein paläozänes, wenn nicht sogar schon kretazisches Alter gefordert hat; radiometrische Datierungen durch P. Horn et al. (1972) haben diese Überlegungen bestätigt. Über die magnetischen Untersuchungen am Katzenbuckel wurde bereits berichtet (O. Mäussnest 1975, 229—234).

Die Untersuchungen an den paläozänen vulkanischen Bildungen des Unteren Neckars waren nur möglich durch die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, was dankbar vermerkt sei. Herrn Prof. Dr. H. J. Illies danke ich für die Durchsicht des Manuskriptes wie auch für wertvolle Hinweise. Über erste Ergebnisse der Untersuchungen wurde bereits berichtet (O. Mäussnest & E. Becksmann 1974, 222—226).

1.2. Arbeitsmethode

Untersucht wurden die Vorkommen mittels magnetischer Feldmessungen, die teils flächenhaft, teils in Form von Profilen durchgeführt wurden. Diese Feldmessungen dienten der Erfassung der von den einzelnen vulkanischen Vorkommen verursachten Anomalien in der vertikalen oder Z-Komponente. Diese Art der Untersuchung war ohne Schwierigkeit möglich, da es sich um einen basischen Vulkanismus handelt, also um Förderprodukte mit einem deutlich erhöhten Gehalt an Ferro(i)magnetica, welche im Bereich der einzelnen Vorkommen kräftige magnetische Anomalien bedingen. Die Feldmessungen wurden durch gesteinsmagnetische Untersuchungen ergänzt, die gastweise am Institut für Angewandte Geophysik der Universität München durchgeführt werden durften (Direktor: Prof. Dr. G. Angenheister).

2. Die Felduntersuchungen und ihre Ergebnisse

2.1. Arbeitsgebiet Weiler

(Meßtischblatt Nr. 6719 Sinsheim, Koo. 90—92/52—54)

In diesem Gebiet befindet sich neben dem altbekannten, kleinen Steinsbergschlot noch ein weiteres gangförmiges Vorkommen, das bei den Feldmessungen aufgefunden wurde.

2.1.1. Steinsberg-Schlot

Die Füllung des Steinsberg-Schlotes wurde früher als Nephelinbasalt angesprochen; W. WIMMENAUER (1952, 410) hat dieses Gestein dann als Nephelin-Basanit bezeichnet. Die Schlotfüllung aus erstarrtem Glutfluß ist von einem Tuffmantel umgeben. W. PFEIFFER (1928, 21) beschrieb aus diesem Tuff einen Kalkbrocken mit einem Exemplar des Belemniten *Hastites clavatus*, welches Fossil im Jura der benachbarten Juraversenkung von Langenbrücken im oberen Lias gamma und Lias delta auftritt; jüngere Sedimentreste wurden aus den Steinsbergtuffen nicht bekannt. Im Katzenbuckeltuff wurden als jüngste Sedimenteinschlüsse sicherer Dogger mit *Leioceras opalinum* und *Posidonia opalina* angetroffen (G. FRENZEL 1955, 54). Die Abtragung des Steinsbergschlotes ist heute bis zum mittleren Keuper (Schilfsandsteinstufe) fortgeschritten, die des Katzenbuckels bis nahe der Grenze mittlerer/oberer Buntsandstein.

Früher wurde angenommen, die Lage des Steinsberg-Schlotes sei durch die hier bekannt gewordenen Verwerfungen bedingt. So bringt W. PFEIFFER (1928, 20) den Steinsberg in Zusammenhang mit der NNE-streichenden Verwerfung von Waibstadt-Steinsfurt mit einer Sprunghöhe von 140 m, die hier durch einige senkrecht dazu verlaufende Störungen gequert wird. Nach W. CARLÉ (1955, 82) soll die Bildung des Steinsberg-Schlotes in einem Gebiet erfolgt sein, in dem sich mehrere Verwerfungen vergittern, und das dadurch zerrüttet ist.

Die neueste tektonische Analyse dieses Gebietes stammt von D. ORTLAM (1970, 553—566); leider endet sein Untersuchungsgebiet rund 2 km südlich des Steinsberges. Eingetragen sind in die Strukturkarte einige in Richtung Steinsberg verlaufende Verwerfungen, die zu seinem rheinisch-krummschaligen System gehören. Dieses System sieht er als Folge des Einbruchs des Oberrheingrabens an (1970, 562). Er berichtet ferner (1970, 561), daß dieses System — wie auch das streichende System (parallel zu den Streichlinien) und das radiale System (senkrecht zu den Streichlinien) — noch morphologisch erkennbar ist auf einzelnen Abschnitten seines Verlaufs, weil durch die Störungen die pliozäne Landoberfläche des öfteren versetzt ist. Dies weist auf ein junges Alter dieser Verwerfungen hin.

Aufgrund der Feldmessungen ist der Steinsberg-Schlot normal magnetisiert mit einer maximalen ΔZ-Anomalie von +5990 gamma. Er zeigt einen insbesondere im N gelegenen Randeffekt bis –1040 gamma. Die Isanomalenkarte (Abb. 1) läßt eine Längserstreckung des Schlotes in nordöstlicher Richtung erkennen. Südlich des Schlotes waren die Feldmessungen durch Drähte in den Weinberganlagen behindert, weshalb hier der Isanomalenverlauf fraglich ist; deshalb wurden sie nur gestrichelt eingetragen. Der Schlotmittelpunkt hat die Lage 34 91 225/54 53 050.

Für gesteinsmagnetische Messungen wurden aus dem Basalt des Steinsbergs Proben orientiert entnommen; in den Tuffen war dies mangels Aufschlüssen nicht möglich, und heute ist auch der Basalt nicht mehr aufgeschlossen. Als mittlere natürliche remanente Magnetisierung ergab sich aus den 12 untersuchten Proben 1417 gamma, als mittlere induzierte Magnetisierung wurden (bei einer Totalfeldintensität von 47000 gamma) 617 gamma erhalten. Als mittlere Remanenzrichtung aller 12 Proben wurde die Deklination D=35,5° und die Inklination I=70,4° erhalten mit ϑ_F=29,4°.

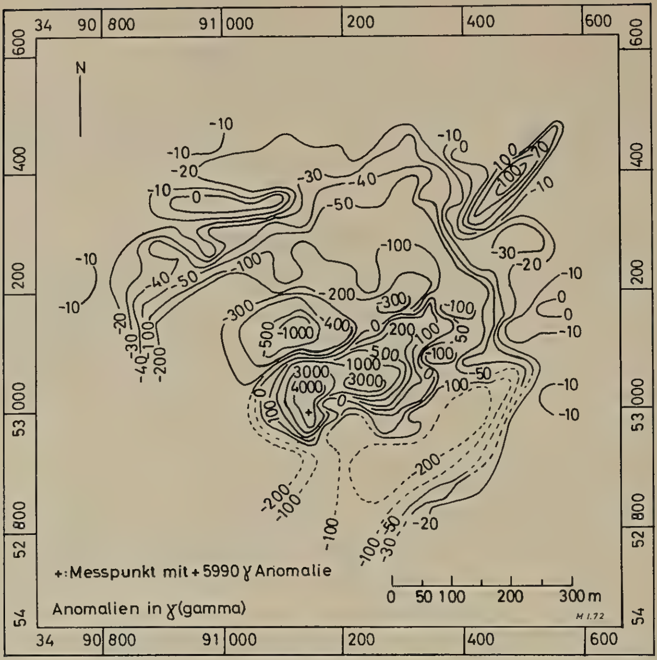

34 90 800
91 000
200
400
600
N
+: Messpunkt mit + 5990 γ Anomalie
Anomalien in γ (gamma)
0 50 100 200 300 m
M I.72
53 000
52 800
54

Abb. 1. ΔZ-Isanomalenkarte des Steinsberg-Schlotes und des Basalttuffganges „Kaiser“.

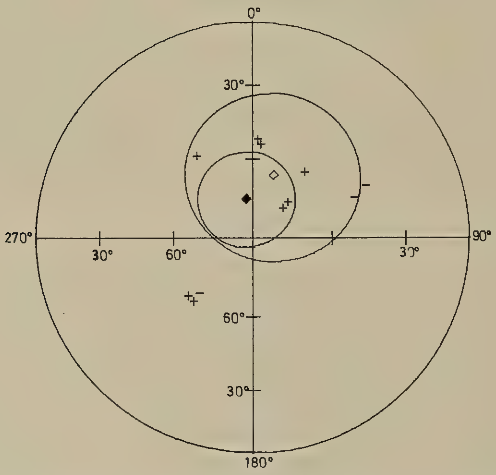


Abb. 2. Gemessene Einzelrichtungen der Remanenz (nach Reinigung im Wechselfeld mit einer Scheitelintensität von 400 Oe) der elf untersuchten Basaltproben des Steinsbergs, dargestellt im SCHMIDT'schen Netz (Kreuze bedeuten positive Inklination, Striche negative Inklination). Mittlere Remanenzrichtung aller Proben: unausgefülltes Quadrat. Mittlere Remanenzrichtung der Proben mit positiver Inklination: ausgefülltes Quadrat. Um die mittleren Remanenzrichtungen ist der zugehörige FISHER'sche Fehlerkreis eingetragen.

Der angegebene Winkel ϑ_F besagt, daß die wahre Richtung der Remanenz mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% innerhalb eines Kegels mit dem halben Öffnungswinkel ϑ_F =29,4° um die Resultante liegt. Drei der untersuchten Proben zeigten eine negative Inklination. Läßt man diese bei der Mittelbildung weg, so bekommt man als mittlere Richtung der natürlichen Remanenz D=9,3°, I=78,5° mit ϑ_F =12,9°.

Da die Richtung der natürlichen Remanenz die Resultierende ist aus der einstmals bei der Abkühlung aufgeprägten Remanenz und aller später erworbenen Remanenzen, wurden die Proben einer Wechselfeldbehandlung unterzogen (Scheitelintensität 400 Oe), um die später aufgeprägten weicheren Remanenzen zu entfernen und damit die Richtung der Thermoremanenz und damit des Erdfeldes zur Zeit der Abkühlung des Steinsbergbasaltes möglichst unverfälscht zu bekommen. Die für die 11 behandelten Proben jeweils erhaltene Remanenzrichtung kann der Abb. 2 entnommen werden. Als mittlere Remanenzrichtung dieser Proben ergab sich D=18,4°, I=64,9° mit ϑ_F =32,7°; als mittlere Remanenzrichtung der 8 normal magnetisierten Proben ergab sich D=350,8°, I=75,1° mit ϑ_F =18,2°. Keine der untersuchten Proben hat bei der Reinigung im Wechselfeld ihr Vorzeichen geändert. Nach der Wechselfeldbehandlung hat die mittlere Remanenz auf 764 gamma abgenommen und als mittlere induzierte Magnetisierung wurden 524 gamma erhalten.

Eine radiometrische Datierung des Nephelin-Basanites des Steinsberges ergab 55,24 Ma (P. HORN et al. 1972, 144) und damit oberes Paläozän. Ein sehr ähnliches Alter wurde von P. HORN et al. (1972, 144) für den Katzenbuckel erhalten (Natronshonkinit 55,17 Ma, Sanidin-Nephelinit 53,06 Ma).

2.1.2. Basalttuffgang „Kaiser“

Wie die Abb. 1 zeigt, ergaben die Feldmessungen in der Flur „Kaiser“ (etwa NE des Steinsberges) ein bisher unbekanntes Vulkanitvorkommen mit der Streichrichtung N35°E und 200 m Länge. Der Mittelpunkt des Ganges hat die Lage 34 91 480/54 53 400. Die maximale Anomalie in ΔZ beträgt +120 gamma; der Randeffekt erreicht −10 gamma und befindet sich auf der Westseite des Ganges. Aufgrund des geringen Betrags der Anomalie darf angenommen werden, daß es sich um ein Basalttuffvorkommen handelt. Ein senkrecht zum Gangstreichen gemessenes Profil zeigt die Abb. 3.

2.2. Arbeitsgebiet Basaltgangsystem Neckarbischofsheim

(Meßtischblätter Nr. 6719 Sinsheim und Nr. 6619 Epfenbach, Koo. 95—98/60—66)

Seit etwa dem Jahre 1850 ist bekannt, daß an der Landstraße von Neckarbischofsheim nach Waibstadt basaltische Gesteine ausstreichen. Nach F. KIRCHHEIMER (1971,

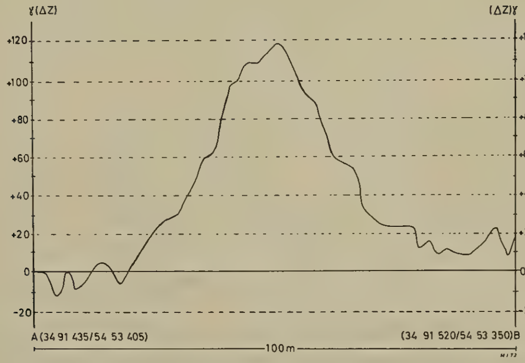


Abb. 3. ΔZ-Profil senkrecht zum Gangstreichen des Basalttuffganges „Kaiser“.

85) ist auf der etwa 1853 erschienenen 2. Auflage der geologischen Karte von H. BACH hier ein Trappvorkommen verzeichnet. Spätere Autoren (u. a. L. RÜGER 1928, 298) berichteten sogar von zwei hier vorliegenden Basaltgängen, die beide abgebaut wurden. Nach H. THÜRACH (1896, 35) beträgt das Streichen der beiden Gänge N17° E und N20° E entsprechend der hier auftretenden Klüftung des Wellenkalkes, wobei der Westgang durch eine leichte Wendung sein Streichen bis N27° E verändert. Nach demselben Autor sind die beiden Gänge 1,3 bis 1,6 m mächtig, wobei der Ostgang senkrecht steht, der Westgang mit 70° —75° nach WNW einfällt. Das Gestein wurde von THÜRACH als Nephelinbasalt angesprochen. Nach der geologischen Karte ist der Basalt anstehend bei Punkt 34 96 600/54 62 200.

In Fortsetzung der Streichrichtung der noch auf Blatt Sinsheim gelegenen kartierten beiden Basaltgängchen stößt man nach einem Kilometer auf Meßtischblatt Epfenbach auf einen weiteren Basaltgang mit rheinischem Streichen, der nach F. SCHALCH (1898, 40) die Fortsetzung der beiden Gängchen an der Straße Neckarbischofsheim–Waibstadt sein könnte. Er sprach dieses kleine gangförmige Vorkommen mit der Lage 34 97 100/54 63 200 ebenfalls als Nephelinbasalt an und berichtete von 3 m Gangbreite. Wieder aufgeschlossen wurde dieses Vorkommen vor etwa 15 Jahren bei Wegbauarbeiten im Rahmen der Flurbereinigung.

Radiometrische Altersdatierungen durch P. HORN et al. (1972, 144) erfolgten an Material aus beiden Gängen an der Straße Neckarbischofsheim–Waibstadt. Sie erhielten für den Westgang ein Alter von 64,83 Ma, für den Ostgang 65,42 Ma und damit sind diese beiden Gangfüllungen an der Wende Kreide/Tertiär emporgedrungen. — Nach W. WIMMENAUER (1952, 409) ist das hier anstehende Gestein als hauynführender Nephelinit zu bezeichnen.

Entsprechend der Annahme von F. SCHALCH (1898, 40) gehören die beiden auf den Meßtischblättern Epfenbach und Sinsheim kartierten Basaltgängchen aufgrund der Feldmessungen zu einem Gang. Der genaue Verlauf des Basaltganges wurde mit einem elektronischen Magnetometer (Bauart Jalander) verfolgt; eine Anzahl von Profilen wurde mehr oder weniger senkrecht zum Gangstreichen mit einem Meßpunktabstand bis herab zu 1 m sehr genau mittels Gfz gemessen. Diese Profile sind auf Abb. 4 dargestellt. Bei den Feldmessungen zeigte sich, daß im Untersuchungsgebiet nicht nur ein, sondern zwei Basaltgänge vorliegen. Der westliche Gang, zu dem die beiden Aufschlüsse gehören, ist insgesamt 4,3 km lang; er beginnt bei 34 97 800/-54 65 275 und endet bei 34 96 030/54 61 375. Er setzt sich aus insgesamt 10 Gangstükken zusammen, wobei das die Fortsetzung nach N übernehmende Gangstück jeweils etwas nach E versetzt ist. Im Übergangsgebiet zwischen zwei Gangstücken laufen die beiden Gänge oft auf einige Meter nebeneinander her. Das Streichen des westlichen Gangsystems beträgt N25° E. Das Südende der einzelnen Gangstücke ist jeweils nach E ausgelenkt, folgt also nicht mehr dem Generalstreichen des ganzen Systems. Die maximale ΔZ-Anomalie des Gangsystems mit +2100 gamma liegt auf Meßtischblatt Epfenbach und befindet sich bei Punkt 34 97 100/54 63 200; dort war einst bei Wegebauarbeiten ein neuer Aufschluß entstanden.

Der bisher unbekannte, ebenfalls N25° E streichende Ostgang dagegen ist nicht geteilt und zieht sich etwas geschlängelt durch das Gelände. Er ist 1,9 km lang; sein nördliches Ende liegt bei 34 96 600/54 61 850, sein südliches bei 34 95 500/54 60 300. Die im Verlauf dieses Ganges gefundene maximale ΔZ-Anomalie beträgt +615 gamma. Westliches Gangsystem und Ostgang laufen auf 700 m mit einem Abstand von 200 m nebeneinander her. Das ganze Neckarbischofsheimer Gangsystem erstreckt sich somit über 5,5 km mit der Streichrichtung N25° E.

Wenig westlich des westlichen Gangsystems wurde bei 34 96 300/54 61 800 noch ein weiterer kleiner Gang mit maximal +300 gamma Anomalie in ΔZ gefunden, ebenfalls N25° E streichend. Damit laufen an einer Stelle sogar drei Gänge nebeneinander her. Dieser dritte Gang ist etwas über 100 m lang.

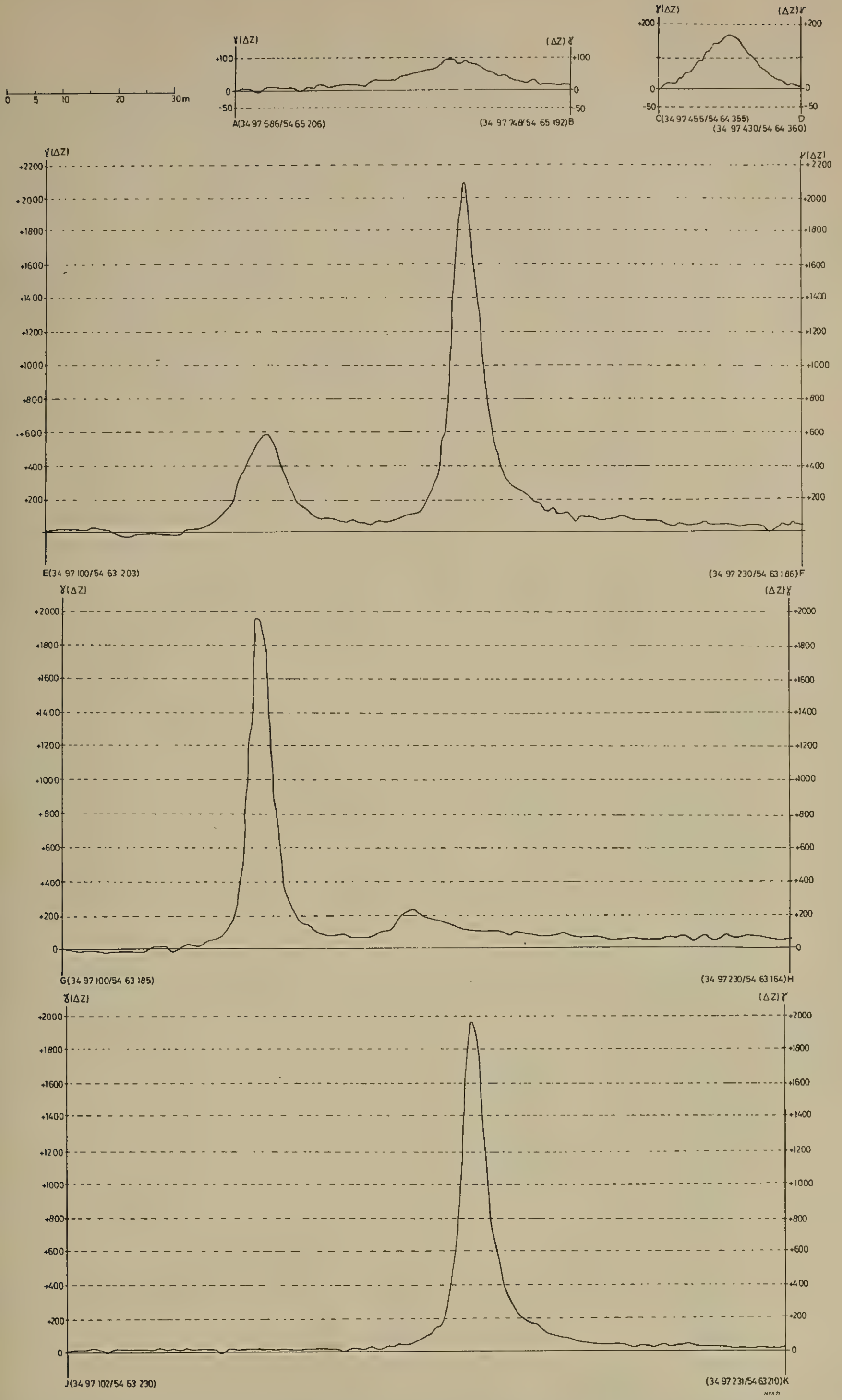


Abb. 4a. ΔZ-Profile über den Nordteil des Neckarbischofsheimer Gangsystems (die Profile EF, GH und JK wurden im Übergangsgebiet zwischen zwei Gangteilen gemessen).

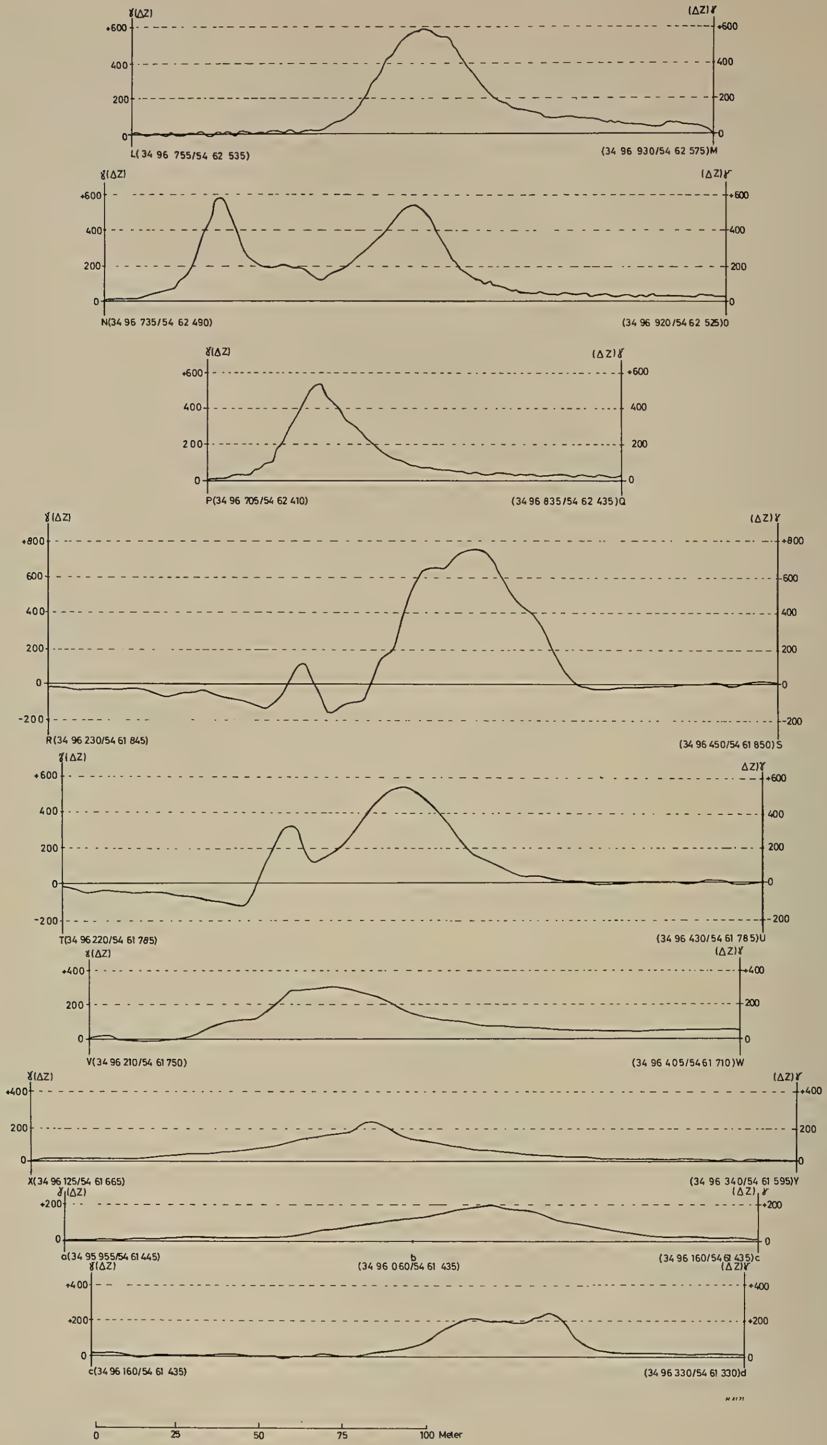


Abb. 4b. ΔZ-Profile über den Mittel- und Südteil des westlichen Neckarbischofsheimer Gangsystems. Auf den Profilen RS und TU ist der kurze Parallelgang westlich des westlichen Gangsystems zu sehen. Auf dem Profil cd tritt der bisher völlig unbekannt gewesene Ostgang in Erscheinung.

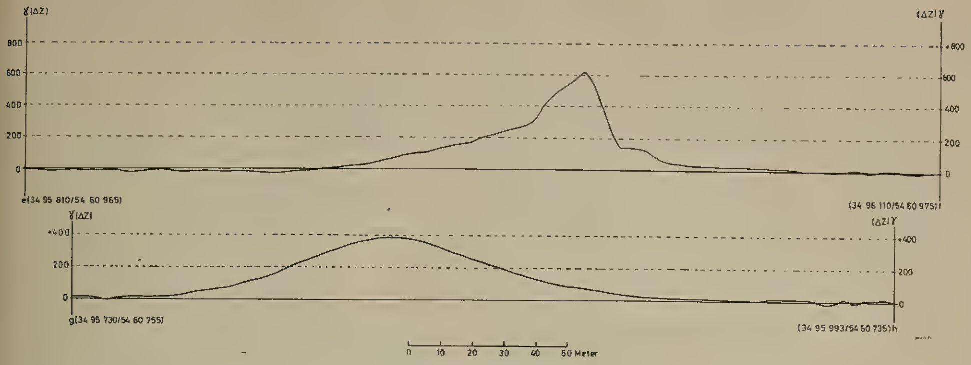


Abb. 4c. ΔZ-Profile über den Neckarbischofsheimer Ostgang.

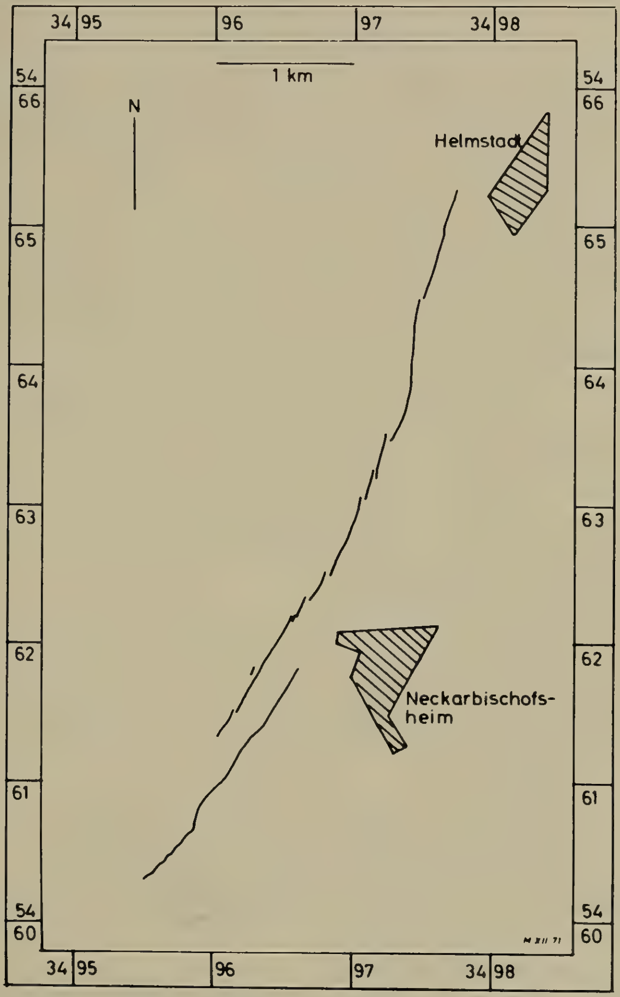

34 95
96
97
34 98
54 66
65
64
63
62
61
54 60
1 km
N
Helmstadt
Neckarbischofs-heim
M XII 71

Abb. 5. Übersichtskarte des rheinisch streichenden Basaltgangsystems Neckarbischofsheim.

An dem auf Meßtischblatt Epfenbach gelegenen Aufschluß wurden Proben zu gesteinsmagnetischen Messungen orientiert entnommen. Die mittlere natürliche remanente Magnetisierung dieser acht Proben betrug 360 gamma; als mittlere induzierte Magnetisierung, bestimmt bei einer Totalfeldintensität von 47500 gamma, wurden 319 gamma erhalten. Als mittlere Richtung der natürlichen Remanenz wurde D=112,8°, I=84,0° berechnet mit ϑ_F =6,7°. Um die Proben, soweit möglich, von später erworbenen Remanenzen zu befreien und damit die Richtung der einstmals bei der Abkühlung erworbenen Thermoremanenz wieder freizulegen, wurden sechs der vorliegenden Proben im Wechselfeld mit einer maximalen Scheitelintensität von 270 Oe ‚gereinigt'; aus technischen Gründen mußte auf die Reinigung von zwei dieser Proben verzichtet werden. Die mittlere Remanenz nahm dabei auf 38 gamma ab, während die mittlere induzierte Magnetisierung auf 350 gamma anstieg. Als Remanenzrichtung ergab sich nunmehr D=186,1° und I=77,3° mit ϑ_F =22,1°.

Eine Übersichtskarte des Neckarbischofsheimer Gangsystems zeigt die Abbildung 5.

2.3. Arbeitsgebiet Basaltgangsystem Diedesheim-Neckarelz-Obrigheim

(Meßtischblatt Nr. 6620 Mosbach)

Neun Kilometer östlich des Nordendes des Basaltgangsystems Neckarbischofsheim befindet sich im Gebiet um Obrigheim das Südende eines weiteren Basaltgangsystems. Dieses System weist ebenfalls die generelle Streichrichtung N25°E auf und erstreckt sich über 4 km. Aufgrund der Feldmessungen befindet sich sein Südende bei 35 06 800/54 65 600, sein Nordende bei 35 08 800/54 69 050.

In der geologischen Spezialkarte (F. SCHALCH 1894) ist ein 800 m langer Basaltgang mit nordnordöstlichem Streichen eingetragen, der sich vom Bahnhof Neckarelz bis zum Trig. Pkt. 241,6 erstreckt. Nach F. SCHALCH (1894, 31) streicht dieser Gang NE, steht ziemlich saiger und ist 1,3 bis 2,5 m mächtig. Ein kleines Basaltgängchen ist weiterhin am Bahndamm der aufgelassenen Bahnlinie Obrigheim-Neckarelz eingetragen, das während Bauarbeiten im Jahre 1964 bei Punkt 35 07 660/54 66 700 kurzfristig angeschnitten war. Westlich des Neckars enthält die Karte außerdem an der Straße Obrigheim–Hochhausen bei 35 07 100/54 66 100 zwei kurze Basaltgängchen. F. SCHALCH (1894, 32) bemerkt hierzu einschränkend, er habe an dieser Stelle lediglich „einige Fragmente basaltischer Wacke" gefunden, und die Eintragung anstehenden Basaltes sei lediglich aufgrund alter Angaben erfolgt. Alle in der geologischen Spezialkarte enthaltenen Gänge zeigen rheinisches Streichen. Das Material wurde einst als Nephelinbasalt angesprochen.

W. CARLE (1970, 59—60) beschreibt einen im Jahre 1961 beim Bau eines Wasserhochbehälters entstandenen Aufschluß in der Flur „Geisberg" mit der Lage 35 08 600/54 68 560; er befindet sich im Verlauf des oben erwähnten 800 m langen Basaltganges der geologischen Karte. CARLÉ vermutet, der Basaltgang setze sich aus einzelnen fiedrig angeordneten Gangstücken zusammen. Als Gangmächtigkeit gibt er 1,1 m an. Er weist in der Arbeit auf ein ziemlich engständiges Kluftsystem mit einem Streichen von N35°E hin.

Eine neuere mineralogische Untersuchung des bei 35 08 500/54 68 350 auffindbaren Gesteins hat W. WIMMENAUER (1952, 408) durchgeführt. Nach den Feststellungen dieses Autors handelt es sich ebenso wie beim Neckarbischofsheimer Material um einen hauynführenden Nephelinit. Eine radiometrische Datierung an Proben etwa derselben Stelle erfolgte durch P. HORN et al. (1972, 144), die ein mittleres Alter von 59,73 Ma ergab, also wiederum Paläozän.

Die Untersuchungen begannen am nördlichen Ende des Basaltgangsystems. Mittels magnetischer Feldmessungen konnte es im Hamberggebiet auf 800 m verfolgt werden.

Dabei stellte sich heraus, daß dort insgesamt 4 Gangstücke vorliegen. Das jeweils die Fortsetzung nach NNE übernehmende Gangstück ist gegenüber dem vorhergehenden etwas nach W versetzt, also gerade umgekehrt wie beim Neckarbischofsheimer Gangsystem (dessen Westgang). Der nördlichste Basaltfund gelang an der Wegböschung bei 35 08 750/54 69 000, also nahe dem feldmagnetisch erhaltenen Nordende des Gangsystems. Die maximale ΔZ-Anomalie im Hamberggebiet beträgt +750 gamma; drei in diesem Gebiet etwa senkrecht zum Gangstreichen gemessene Profile zeigt die Abb. 6.

Störendes Eisen verhinderte eine weitere Verfolgung des Basaltgangsystems mittels magnetischer Feldmessungen in SSW-Richtung ab 35 08 430/54 68 275. Ein Nachweis des Systems gelang erst wieder in der Flur „Herrenwiese“ bei 35 08 040/54 67 375, wo damals örtlich noch Messungen möglich waren. Die Messungen konnten dann jenseits des Bahndammes der ehemaligen Bahnlinie Obrigheim–Neckarelz fortgesetzt werden; dort war eine Verfolgung des Ganges von 35 07 600/54 66 575 bis zu seinem Ende bei 35 07 400/54 66 200 möglich. Auf diesem Abschnitt liegt ein durchgehender Gang vor und kein System kurzer Teilgänge wie im Hamberggebiet. Die hier gefundene maximale ΔZ-Anomalie beträgt +190 gamma. Die Streichrichtung des Gangabschnitts südlich des Bahndammes ist N22°E, während das Generalstreichen des gesamten, 3,2 km langen Gangsystems die Richtung N25°E zeigt. Entgegen der bisherigen Annahme setzt sich der Gang nicht jenseits des Neckars fort; er endet vielmehr vor Erreichen des Flusses.

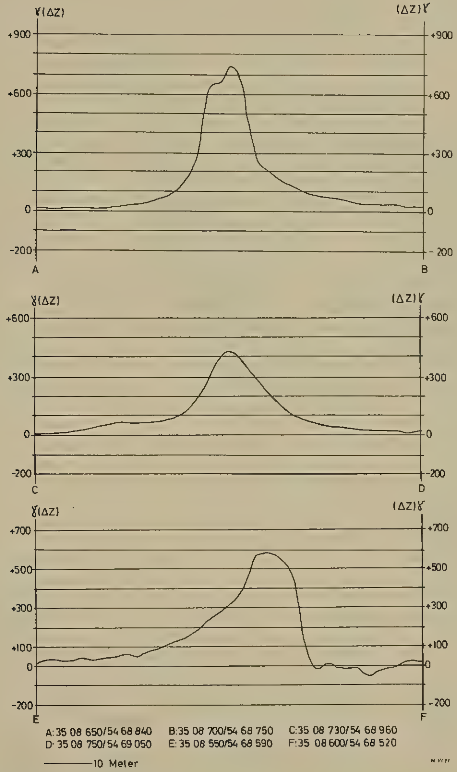


Abb. 6. ΔZ-Profile über den nördlichsten Teil des Neckarelzer Gangsystems im Gebiet der Flur „Hamberg“.

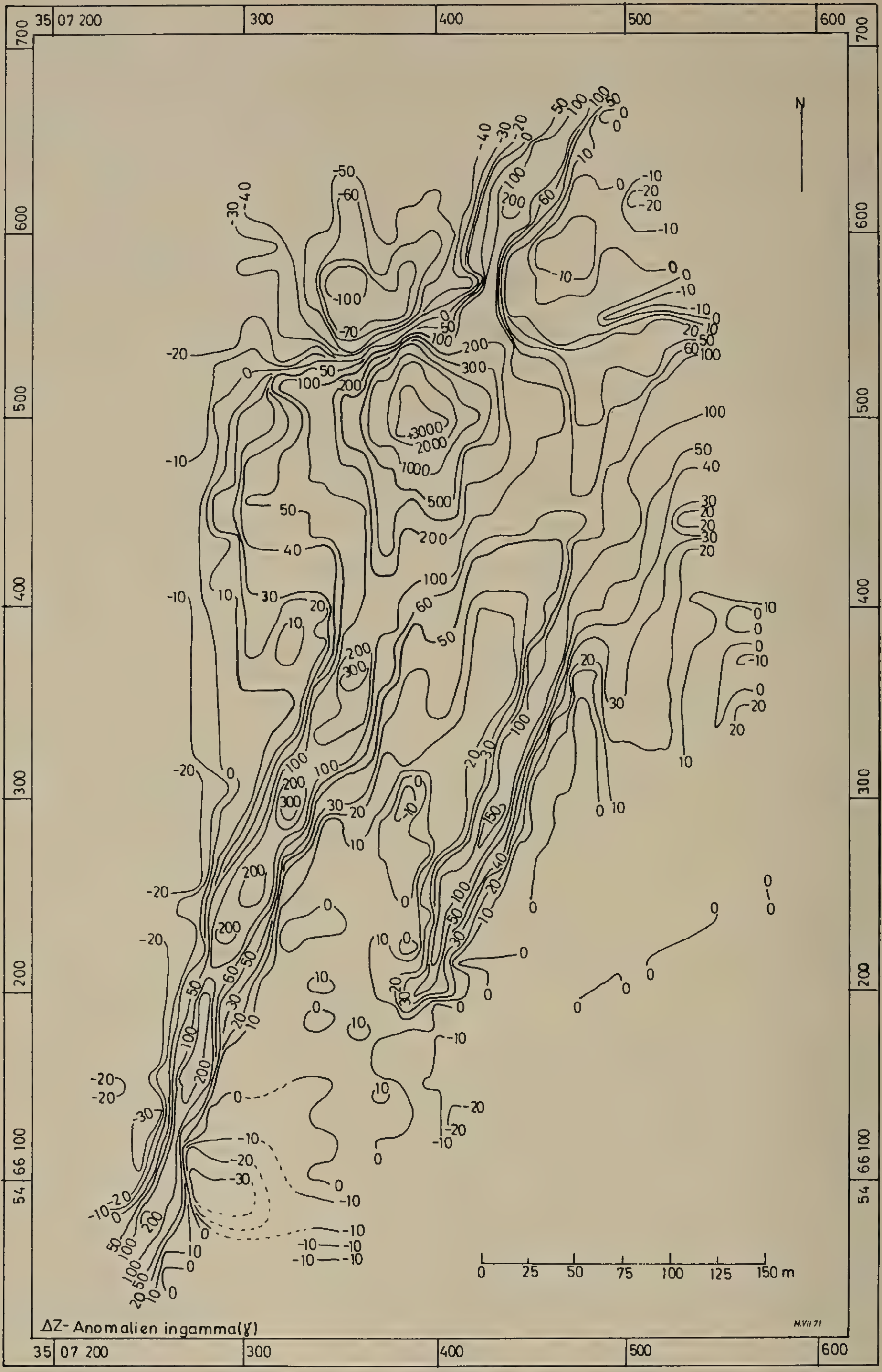

35 07 200
300
400
500
600
700
600
500
400
300
200
54 66 100
N
0 25 50 75 100 125 150 m
ΔZ- Anomalien ingamma(γ)
M.VII 71

Abb. 7. ΔZ-Isanomalenkarte des Untersuchungsgebietes auf der rechten Neckarseite südlich von Neckarelz mit dem neugefundenen Basaltschlot.

Rund 100 m westlich des Südteiles des soeben beschriebenen Gangsystems befindet sich ein bisher völlig unbekannt gewesener Basaltgang, der sich bei 35 07 450/ 54 66 500 verbreitert zu einem kleinen, in der Neckartalaue gelegenen Schlot mit etwa 100 m Durchmesser und einer maximalen ΔZ-Anomalie von +3740 gamma (Randeffekt bis −120 gamma). Dieser mit einem kleinen Schlot besetzte Gang konnte vom ehemaligen Bahndamm bei 35 07 525/54 66 700 in südsüdwestlicher Richtung bis zum Neckar bei 35 07 250/54 66 050 verfolgt werden; jenseits des Neckars war er nicht mehr nachweisbar. Er keilt folglich unter dem Neckar aus. Die über dem Gang gemessene maximale ΔZ-Anomalie beträgt +300 gamma. Sein Streichen läßt sich mit N20° E angeben. Der Gang konnte nördlich des Bahndammes wegen der dortigen Überbauung nicht weiter verfolgt werden; es ließ sich nur feststellen, daß er das Gebiet der Schinderklinge nördlich des Bahnhofes Neckarelz nicht erreicht.

Im Gebiet südlich des Bahndammes erfolgten engmaschige flächenhafte Feldmessungen mit der Gfz. Die Abbildung 7 zeigt den ΔZ-Isanomalenplan dieses Gebietes.

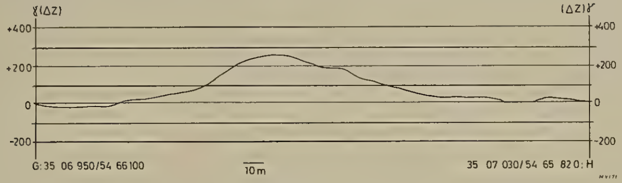


Abb. 8. ΔZ-Profil über den nördlichen Basaltgang auf der linken Neckarseite bei Neckarelz.

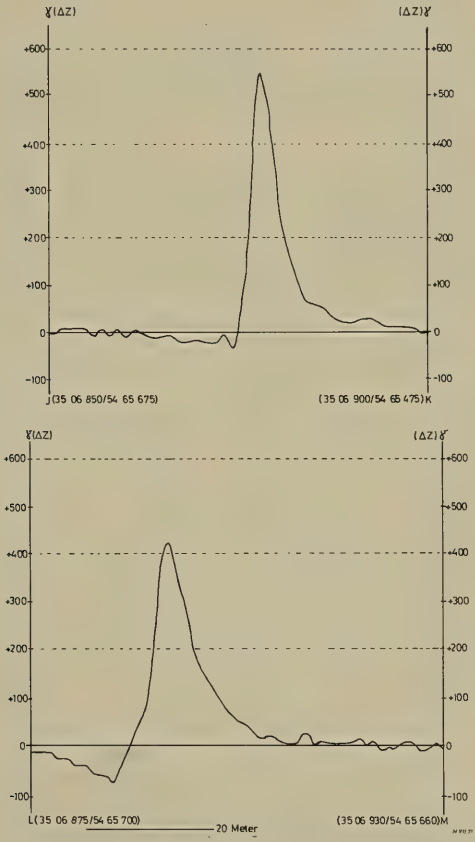


Abb. 9. ΔZ-Profile über den Basaltgang im Flurgebiet „Steiniges Feld“ NW Hochhausen.

Topographische Grundlage der Feldmessungen war wie bei allen Untersuchungen in dieser Vulkanprovinz die Deutsche Grundkarte oder Katasterplankarte 1:5000.

Entgegen den alten Angaben war entlang der Straße Obrigheim–Hochhausen weder Basalt anstehend zu finden noch solcher mittels Feldmessungen nachweisbar. Solcher fand sich jedoch hangaufwärts bei 35 07 050/54 66 000 anstehend, angeschnitten beim Bau eines Forstweges. Wie sich aufgrund der Feldmessungen gezeigt hat, bildet der Aufschluß das nördliche Ende eines Basaltganges, der den Messungen nach 120 m lang ist und bei 35 06 950/54 65 800 seinen südlichen Endpunkt hat. Der Gang streicht N35° E. Ein nicht senkrecht zum Gangstreichen gemessenes Profil zeigt die Abb. 8. Die alte Angabe von zwei Basaltgängen an der Straße Obrigheim–Hochhausen kann aufgrund der neuen Untersuchungen damit erklärt werden, daß von dem jetzt gefundenen Vorkommen Basaltstücke herabgeglitten sind und so zur Annahme von zwei Vorkommen anstehenden Basaltes an der Straße führten.

Weitere Messungen auf der linken Neckarseite ergaben im Gebiet der Flur „Steiniges Feld" ein bisher unbekanntes vulkanisches Vorkommen, das gangförmig ist (Ganglänge knapp 300 m) und in Richtung N42° E streicht. Der Anfangspunkt des Ganges hat die Lage 35 07 000/54 65 800, der Endpunkt 35 06 825/54 65 600. Zwei über diesen Gang gemessene Profile zeigt die Abb. 9. Die maximale ΔZ-Anomalie im Gebiet dieses Ganges beträgt +545 gamma.

Alle bei den Untersuchungen neu gefundenen oder bestätigten Vorkommen sind in die Abb. 10 eingetragen. Soweit der Gangverlauf gestrichelt verzeichnet ist, handelt es sich um den vermuteten Verlauf, da weder eine kartistische noch eine feldmagnetische Verfolgung möglich war.

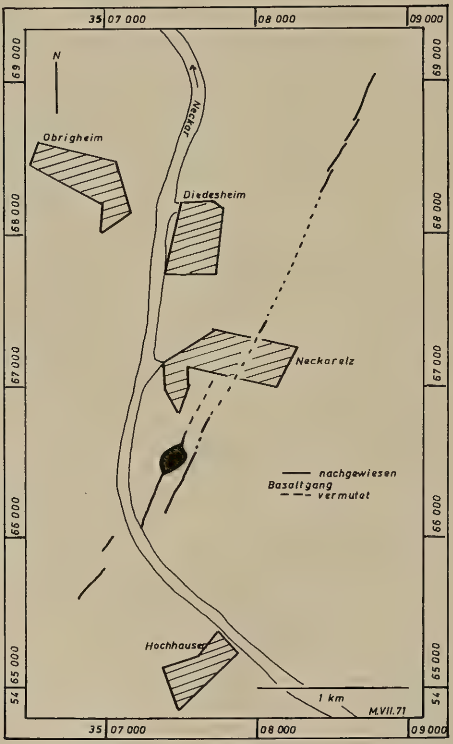


Abb. 10. Übersichtskarte des rheinisch streichenden Basaltgangsystems im Raume Diedesheim–Neckarelz–Obrigheim.

3. Vorkommen in Fortsetzung der Linie Steinsberg–Neckarbischofsheim

Die Vorkommen Steinsberg, „Kaiser“ nahe dem Steinsberg sowie das 5,5 km lange Neckarbischofsheimer Gangsystem liegen auf einer N25° E streichenden Linie. Folgt man der rheinischen Richtung weiter in nordnordöstlicher Richtung, so stößt man in 17 km Entfernung vom Nordende des Neckarbischofsheimer Gangsystems auf den großen, bereits im südlichen Odenwald gelegenen, basaltischen Katzenbuckel-Schlot. Durch Übersichtsmessungen gelang es nicht, bisher noch unbekannte vulkanische Vorkommen zwischen dem Neckarbischofsheimer System und dem Katzenbuckel oder gar jenseits des Katzenbuckels zu finden. Auch der Katzenbuckel ist paläozänen Alters (P. Horn et al. 1972, 114).

Geht man vom Steinsberg aus in Richtung S25° W, so stößt man nach knapp 125 km auf das kleine Basaltvorkommen „Gaiswald“ bei Hornberg (34 40 300/53 39 720, Meßtischblatt Nr. 7815 Triberg), das gangförmig ist und wiederum die altvertraute Streichrichtung N25° E zeigt (O. Mäussnest 1974, 77—79). Hier finden wir auch den Beweis dafür, daß die rheinische Richtung alt ist, denn in diesem Raume zeigen die im Zusammenhang mit der variszischen Gebirgsbildung eingedrungenen Granitporphyrgänge ebendieselbe Streichrichtung. Das „Gaiswald“-Vorkommen ist wesentlich jünger als die Vorkommen am Unteren Neckar (34,6 Ma nach P. Horn et al. 1972, 145; also Unteres Oligozän).

Geht man vom „Gaiswald“-Basalt rund 39 km weiter in Richtung S17° W, so stößt man bei 34 29 680/53 02 620 auf den Mittelpunkt eines etwa 550 m langen Basaltganges, der nicht mehr die sonst vorherrschende Richtung N25° E zeigt, sondern die mittlere Streichrichtung N10° W. Von diesem Gebiet (Westabhang des Hochkopfes) hat W. Wimmenauer (1952, 407) einige Basaltlesesteine beschrieben. Eine radiometrische Datierung an Lesesteinen (P. Horn et al. 1972, 145) ergab 42 Ma, also Oberes Eozän. Über die an diesem Gang durchgeführten Feldmessungen wird demnächst an anderer Stelle berichtet werden.

Geht man von diesem Gang dann rund 3,5 km in der Richtung S10° E, so gelangt man zu einem von W. Wimmenauer (1966, 411) beschriebenen Basaltgang bei Menzenschwand-Hinterdorf (34 30 515/52 99 160), der nach diesem Autor ebenfalls N10° W streicht. Aufgrund neuerdings durchgeführter magnetischer Feldmessungen ist dieser Gang nur wenige Meter lang. Er befindet sich wie das Hochkopfvorkommen auf Meßtischblatt Nr. 8114 Feldberg.

Geht man vom „Gaiswald“-Vorkommen in der vertrauten Richtung S25° W rund 34 km weiter, so stößt man nahe der ‚Alpersbacher Breccie‘ auf ein bei früheren Feldmessungen aufgefundenes Vorkommen magnetischen Gesteins bei 34 29 080/53 09 140 (Meßtischblatt Nr. 8014 Höllsteig), das in Richtung N11° E streicht (O. Mäussnest 1972, 65—66). Aufgrund des Lesesteinbefundes wurde früher mit einem Amphibolitgang gerechnet. Wie mir zwischenzeitlich Herr Prof. Dr. J. H. Illies mitteilte, steht solcher tatsächlich am Rande der Breccie an und war früher auch aufgeschlossen. Es handelt sich um ein linsenförmiges, nicht gangförmiges Vorkommen, dessen Material magnetisch weich ist. Aufgrund dieser Tatsache und aufgrund der Lage der Anomalie in der südlichen Fortsetzung der N25° E streichenden und mit Basalten besetzten Linie „Gaiswald“ bei Hornberg–Katzenbuckel i. O. muß heute an dieser Stelle mit einem Basalt- oder Basalttuffgang gerechnet werden.

4. Zusammenhang zwischen tektonischem und magmatischem Geschehen im Kraichgau

Die ältesten Sedimente im sich bildenden Oberrheingraben entstanden im Mitteleozän vor etwa 48 Ma (H. Illies 1974, 15); seitdem gibt es eine an der Erdoberfläche beobachtbare Grabenbildung. Der Startschuß für die Grabenbildung fiel aber schon wesentlich früher, denn bereits vor 100 Ma ist das älteste bekannt gewordene vulkanische Gestein im Gebiet des heutigen Grabens aufgedrungen (Trois Epis oder Drei Ähren, Vogesen; I. Baranyi, H. J. Lippolt & W. Todt 1976, 53). Damals bereits muß das Aufdringen von Mantelmaterie unter dem heutigen Graben begonnen haben und damit auch die allmähliche Aufwölbung des Schwarzwald-Vogesen-Schildes. Ehe es entlang des Firsts der Aufwölbung zum Einbruch des heutigen Oberrheingrabens kam, rissen Zerrspalten auf, die parallel der maximalen Kompressionsrichtung verliefen, nämlich in Richtung N25°E, und damit parallel zu $\sigma 1$. Sofern der Vulkanismus an diese Zerrspalten gebunden ist, müssen sie so tief gereicht haben, daß sie örtlich dem vom Oberen Erdmantel stammenden Material erlaubten, als Magma bis zur Erdoberfläche durchzustoßen. Eine weitere Entstehungsmöglichkeit der Spalten wäre die, daß der Druck des in der Tiefe vorhandenen aufstiegsbereiten Magmas in der Lage war, ein System von Spalten parallel zu $\sigma 1$ aufzureißen, daß also das Magma sich selbst Aufstiegswege geschaffen hat durch eine natürliche ‚hydrofrac-Behandlung‘ oder Wassersprengung, ein Verfahren, das man anwendet, um die Förderleistung einer Erdölbohrung zu erhöhen.

Zwei derartige mit vulkanischen Bildungen besetzte Spaltensysteme befinden sich auf der Ostseite des Oberrheingrabens im Kraichgau. Hier tritt auch eine Klüftung in der gleichen Richtung N25°E auf. Nach E. Becksmann (1970, 121) fehlen jedoch Verwerfungen dieser Richtung im Kraichgau. Dagegen enthält die Schichtlagerungskarte von D. Ortlam (1970) für den südlichen Kraichgau, also das Gebiet südlich des Steinsberges, eine Reihe von rheinischen Verwerfungen. Diese sind nach seinen Feststellungen (Zerschneidung der pliozänen Landoberfläche) eine Folge der Bildung des Oberrheingrabens (1970, 562) und damit wesentlich jünger als die beschriebenen Spaltensysteme.

Die radiometrische Datierung der Vulkanite des Unteren Neckars zeigt, daß auch dieser Vulkanismus noch zu einer Vorphase der eigentlichen Grabenbildung gehört. Das östlichere der beiden Spaltensysteme des Kraichgaus, die mit vulkanischen Bildungen besetzt sind, ermöglichte das Aufdringen von Basalt nur in einem Gangsystem (um Obrigheim) mit einer schlotartigen Verbreiterung, während das westliche System neben der Bildung von basalterfüllten Spalten auch die Bildung von zwei größeren Schloten erlaubte. Bei beiden Systemen treten nach den magnetischen Felduntersuchungen nicht nur längere, durchgehende Gänge, sondern auch Bereiche auf, die aus kürzeren, gegeneinander dachziegelartig versetzt angeordneten Spalten zusammengesetzt sind.

Der westlichere der beiden Spaltenzüge dürfte — wohl sicherlich mit Unterbrechungen — weit nach SSW ausgreifen, denn dort finden wir, wie schon erwähnt, auf der Verlängerung der Verbindungslinie Katzenbuckel–Steinsberg noch mehrere vulkanische Vorkommen im Schwarzwald (Flur „Gaiswald“ nahe dem Hauenstein bei Hornberg und im Gebiet Feldberg–Menzenschwand). Nach den bisher vorliegenden radiometrischen Datierungen erfolgte das vulkanische Geschehen auf dieser Verlängerungslinie nach Beginn der Grabenbildung, jedoch noch vor den ersten Anzeichen der späteren, sinistralen Drehung der Kompressionsspannung. Nach H. Illies (1974, 11) war die Kompressionsspannung bis zum Ende des Oligozäns NNE gerichtet, im Laufe des Miozäns drehte sie dann sinistral um etwa 60° in die NW-Richtung.

Die Grenze Oligozän/Miozän wird bei 36 Ma gezogen. Die Gänge im Schwarzwald zeigen bereits nicht mehr das bis in das Oligozän typische rheinische Streichen

(N25° E); ihre Streichrichtung ist nach W gedreht (vermutlicher Basaltgang bei Alpersbach N11° E, Basaltgänge Hochkopf und Menzenschwand-Hinterdorf N10° W). Die Spaltenbildung und das damit verbundene vulkanische Geschehen haben damit möglicherweise sehr feinfühlig schon auf die ersten geringen, sonst zu diesem Zeitpunkt noch nicht feststellbaren Anzeichen einer Drehung der Spannungsellipse reagiert. Dem steht nicht entgegen die noch typisch rheinische Streichrichtung des Basaltganges „Gaisberg“ bei Hornberg, denn gerade hier ist die rheinische Zerrungstektonik alt und weit verbreitet, wie die zahlreichen N25° E streichenden Granitporphyrgänge des ausgehenden Paläozoikums zeigen. Vermutlich deshalb konnten sich hier die ersten Anzeichen einer Drehung der Spannungsellipse noch nicht auswirken.

Besonders schön zeigt die Drehung des stress-Feldes die von G. Esslinger (1976, 9) veröffentlichte Karte der Ankaratritgänge von Buggingen, die wohl miozänen Alters sind und auf 2,5 km Länge in Richtung N20° W streichen.

Es ergibt sich das überraschende Bild: während der Oberrheingraben seinen Ursprung im Süden nahm und sich dann nach Norden ausweitete, scheint sich das beschriebene Spaltensystem, das ihn auf seiner Ostseite begleitet, in entgegengesetzter Richtung, von Norden nach Süden, entwickelt zu haben. Zumindest gilt dies für die an das Spaltensystem gebundenen magmatischen Vorgänge.

5. Literatur

Baranyi, I., Lippolt, H. J. & Todt, W. (1976): Kalium-Argon Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingrabengebietes: II Die Alterstraverse vom Hegau nach Lothringen. — Oberrh. geol. Abh., **25**, 41—62; Karlsruhe.

Becksmann, E. (1970): Die zeitliche Aufgliederung der Bruchtektonik im Odenwald und Kraichgau. — Z. Deutsch. geol. Ges., **121**, 119—123; Hannover.

Carlé, W. (1955): Bau und Entwicklung der Südwestdeutschen Großscholle. — Beih. geol. Jb., **16**; Hannover 1955.

— (1970): Neue bemerkenswerte Aufschlüsse im Neckarland von Mittel-Württemberg und Nord-Baden. — Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, **125**, 49—60; Stuttgart.

Esslinger, G. (1976): Vorkommen und Tektonik der Basalte im Kalisalzlager Buggingen (Südbaden). — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **18**, 7—18; Freiburg i. Br.

Frenzel, G. (1955): Einführung in die Geologie und Petrographie des Katzenbuckels im Odenwald. — Der Aufschluß, Sonderh. 2, 48—56; Roßdorf.

Horn, P., Lippolt, H. J. & Todt, W. (1972): Kalium-Argon-Altersbestimmungen an tertiären Vulkaniten des Oberrheingrabens I. Gesamtgesteinsalter. — Eclogae geol. Helv., **65**, 131—156; Basel.

Illies, H. (1974): Intra-Plattentektonik in Mitteleuropa und der Rheintalgraben. — Oberrh. geol. Abh., **23**, 1—24; Karlsruhe.

Kirchheimer, F. (1971): Der Oberrheinische Geologische Verein und die Errichtung der Badischen Geologischen Landesanstalt im Jahr 1888. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F. **53**, 83—152; Stuttgart.

Mäussnest, O. (1972): Magnetische Feldmessungen in der Hegau-Vulkanprovinz. — Oberrh. geol. Abh.,**21**, 63—74; Karlsruhe.

— (1974): Magnetische Feldmessungen am Hauenstein bei Hornberg (Schwarzwald) und im Hohenstoffelngebiet. — Oberrh. geol. Abh., **23**, 75—84; Karlsruhe.

— (1975): Die Anomalien des erdmagnetischen Feldes im Gebiet des Katzenbuckels. — Der Aufschluß, Sonderbd. **27** (Odenwald), 229—234; Heidelberg.

Mäussnest, O. & Becksmann, E. (1974): Der paleozäne Basalt-Vulkanismus im Raum des Unteren Neckars. — In: J. H. Illies & K. Fuchs (Hrsg.): Approaches to Taphrogenesis, 222—226; Stuttgart (Schweizerbart).

Ortlam, D. (1970): Eine Strukturkarte des südlichen Kraichgaues. — Geol. Jb., **88**, 553—566; Hannover.

Pfeiffer, W. (1928): Über einen Juraauswürfling im Basalttuff des Steinsbergs bei Sinsheim. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N.F. **17**, 20—22; Stuttgart.

Rüger, L. (1928): Geologischer Führer durch Heidelbergs Umgebung; Heidelberg (Winter).

— (1933): Paläomorphologische Probleme aus dem Odenwald und das Alter der Katzenbuckeleruption. — Cbl. Mineral., Geol., Paläont., Abt B, **1933**, 542—552; Stuttgart.

SCHALCH, F. (1894): Geologische Specialkarte des Großherzogthums Baden mit Erläuterungen, Blatt Mosbach Nr. 34; Heidelberg.

— (1898): Geologische Specialkarte des Großherzogthums Baden mit Erläuterungen, Blatt Epfenbach Nr. 33; Heidelberg.

THÜRACH, H. (1896): Geologische Specialkarte des Großherzogthums Baden mit Erläuterungen, Blatt Sinsheim Nr. 42; Heidelberg.

WIMMENAUER, W. (1952): Petrographische Untersuchungen an einigen basischen Eruptivgesteinen des Oberrheingebietes. — N. Jb. Mineral., Abh., 83, 375—432; Stuttgart.

— (1966): Neue Befunde an jungvulkanischen Gesteinen des Oberrheingrabens. — Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. 9, 411—413; Freiburg i. Br.

Anschrift des Verfassers: Dr. Otto Mäussnest, Institut für Geophysik der Universität Stuttgart, D-7000 Stuttgart 1, Richard-Wagner-Straße 44.

E
137

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 35 Stuttgart 1978

Nachweis der *Pentacrinites fossilis*-Gruppe im schwäbischen Arietenkalk (Lias α_3, unteres Sinemurium)

Von Hertha Sieverts-Doreck, Stuttgart

Mit 2 Tafeln, 2 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Ein Gesteinsstück mit Kronen- und Stielresten von *Pentacrinites fossilis* BLUMENBACH aus den Arietenschichten der Stuttgarter Gegend wird eingehend beschrieben. Durch diesen Fund wird die englische *fossilis*-Gruppe (und mit ihr die Familie Pentacrinitidae) erstmals im unteren Sinemurium von Schwaben nachgewiesen.

Der Kelch, die untersten Arme und der oberste Stiel sind in keinem Fall erhalten. Die vorhandenen Stiele sind scharf-fünfseitig und im Querschnitt stellat bis konkav-stellat; die Internodien enthalten bis zu 35 Segmente in 3 bis 6 Ordnungen. Die Stielglieder sind mit glatten oder geperlten Querleisten versehen, die Nodalien und Internodalien I. und II. Ordnung außerdem mit spornartigen Verlängerungen an den Stielkanten. Für die langen, ziemlich kräftigen Zirren sind schwache, nur wenig von der Mittellinie abweichende Zirrenrinnen vorhanden. Die Hauptarme zeichnen sich durch gliederreiche Teilungsserien aus. Ein Hauptarm gibt bis zu 8 Nebenarme ab; die Zahl der Endspitzen der Krone mag 180 erreicht haben.

Da der süddeutsche *Pentacrinites fossilis* im unteren Sinemurium gefunden wurde, ist er etwas älter als die englischen Funde, die aus der Oxynotum-Zone, also aus dem oberen Sinemurium, stammen.

Inhalt

1. Einleitung 2
2. Fundbeschreibung 2
   2. 1. Horizont und Fundpunkt 2
   2. 2. Übersicht über das Material und seinen Erhaltungszustand 2
   2. 3. Beschreibung der Stiel- und Armreste 3
      2. 3. 1. Die Stielreste 3
      2. 3. 2. Die Armkronen 6
3. Kurzer Vergleich mit englischen Funden und Zusammenstellung der wichtigsten Stiel-Merkmale der schwäbischen Form 9
4. Literaturverzeichnis 11

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 35 Stuttgart, 1. 5. 1978

1. Einleitung

Im Jahr 1951 erwarb das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart einige Fossilien, welche die Familie Binder im Arietenkalk der Stuttgarter Gegend gesammelt hatte. Diese Sammlung enthält unter anderem ein bemerkenswertes Fundstück, das fast ausschließlich aus Kronen- und Stielresten des *Pentacrinites fossilis* Blumenbach besteht. Es ist der älteste Pentacrinit, den wir aus Schwaben kennen und zugleich der erste Fund, der die englische *fossilis*-Gruppe im unteren Lias von Schwaben vertritt. Das Stück verdient daher eine eingehende Beschreibung.

Die von Prähistoriker Dr. U. Binder gestifteten Crinoiden erhielten die Eingangsnummer 19059 des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart. Die Verfasserin dankt den Herren Dr. M. Urlichs und Dr. G. Dietl für die Leihgaben, der Landesbildstelle Württemberg in Stuttgart für die Anfertigung der Photographien. Die Herren Dr. R. Haude (Göttingen) und K. Henne (Stuttgart) stellten Photographien englischer Funde bzw. Sammlungsmaterial aus England für Vergleiche zur Verfügung. Den Herren Dr. R. Riek (Aich) und Dr. W. Ströbel (Stuttgart) verdankt die Verfasserin einige stratigraphische Angaben.

2. Fundbeschreibung

2. 1. Horizont und Fundpunkt

Das Gesteinsstück, das die Kronen- und Stielreste von *Pentacrinites fossilis* enthält, wurde zusammen mit 3 Stielstücken von *Chladocrinus* cf. *tuberculatus* (Miller) im Abraum eines heute nicht mehr vorhandenen Steinbruchs im Norden von Vaihingen gefunden. Aufgeschlossen waren früher obere Angulaten- und untere Arieten-Schichten; das Profil reichte bis in das Niveau der *bucklandi*-Subzone hinauf.

Über Horizont und Fundpunkt ist auf dem Originaletikett verzeichnet:

„Lias α_3 (Arietenschichten), Steinbruch östlich Wachhäusle [= altes römisches Wachhaus] oberhalb Flur Reisenen in Stuttgart-Vaihingen (Filder).“

Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. W. Ströbel (Stuttgart) handelt es sich um den Steinbruch wenig nordöstlich vom Friedhof im Gewann Hossäcker („Hessäcker“ der neuen Karte) mit den Koordinaten R 35 08 360 und H 54 00 150 (vergl. die Topographische Karte 1:25 000 Nr. 7220 Stuttgart). Die Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte, Blatt Stuttgart und Blatt Möhringen (1932), enthalten auf S. 87 eine Profilaufnahme des besagten Steinbruchs durch M. Bräuhäuser und M. Frank. Danach waren dort die unteren Arietenschichten in einer Mächtigkeit von knapp 5 Metern aufgeschlossen. Der Steinbruch ist heute verfüllt. Die letzte Profil-Aufnahme erfolgte etwa 1949 durch Dr. E. Buck und Dr. W. Ströbel (Geologisches Landesamt Baden Württemberg Stuttgart).

2. 2. Übersicht über das Material und seinen Erhaltungszustand

Das Fundstück mißt etwa 60 × 80 mm und erreicht stellenweise eine Dicke von rund 10 —11 mm. Es besteht fast ausschließlich aus Crinoiden-Resten; andere Fossilien sowie das Sediment treten stark zurück. Erhalten sind:

1. Bruchstücke von zwei mittelgroßen Kronen, jedoch ohne Kelch und ohne die unteren Armpartien;

2. vier Stielstücke (Exemplare a—d) von 56—77 mm Länge sowie ein Internodale (Ex. e), das mit der einen Gelenkfläche auf der Schichtfläche liegt. Es ist möglich, daß a, c und d von ein und demselben Tier stammen.

Die Erhaltung des Fundstücks ist gut; die Einbettung der Crinoidenreste muß sehr rasch erfolgt sein. Die auf Taf. 1, Fig 1 abgebildete Seite stellt die frühere „Unterseite" dar; auf ihr sind die Arme mit den Pinnulae sowie die Zirren des Stielstücks a in normalem oder nur wenig gelockertem Verband erhalten.

Auf der früheren „Oberseite" hingegen (Taf. 1, Fig. 2) hat das Stielstück c seine Zirren bis auf kurze Stümpfe verloren und zwar, wie an einigen Stellen zu sehen ist, bereits vor der Einbettung. Noch geringer sind die Zirrenreste an Ex. d. Das obere Drittel der Arme ist auf dieser Seite der Platte unter einem Haufwerk kleiner Plättchen und Sedimentteilchen verborgen. Nahe am oberen Bildrand bemerkt man ein isoliertes Internodale (e).

Das Stielstück a lag ursprünglich zu unterst. Es wurde von den niedersinkenden Kronen bedeckt; ± quer über diese legten sich dann die Stiele c und d. Stielstück b liegt am Rande des Fundstücks fast parallel zu a, aber in umgekehrter Orientierung; es ist durch Zirren, etliche Armpartien und durch Sediment größtenteils verhüllt, und seine Lage wird nur durch eine schwache Aufwölbung auf der „Oberseite" des Fundstücks bezeichnet.

Die Kronen wurden in fast geschlossenem Zustand und auf der Seite liegend eingebettet. Durch den Setzungsdruck wurden sie seitlich stark komprimiert und die Stielstücke a, c und d etwa bis zum halben Durchmesser in sie hineingepreßt. Gleichzeitig wurde auch das Stielfragment b etwas zusammengedrückt.

2. 3. Beschreibung der Stiel- und Armreste

Abkürzungen für den Stiel: N: Nodale (Plural NN), IN: Internodale (Plural INN); I. O., II. O. usw. oder nur I, II usw.: Internodialia I., II. Ordnung usw. — Für die Arme: Br: Brachiale (Plural Brr), Ax: Axillare (Plural Axx); IBr, IAx: Primibrachiale, Primaxillare; IIBr: Sekundibrachiale usw.; HA: Hauptarm, NA: Nebenarm.

2. 3. 1. Die Stielreste

Es liegen sowohl kelchnähere wie kelchfernere Teile des Stiels vor, wahrscheinlich (von proximal nach distal angeführt) in der Reihenfolge a (stellat), [b (stellat)], c (konkav-stellat), d (pentagonal mit ± konkaven Seiten). Die Stielstücke sind so zu orientieren, daß Zirren und Zirrenrinnen nach oben (proximalwärts) weisen. Die Fragmente a, c und d gehören, wie erwähnt, vermutlich zu ein und demselben Stiel, das Fragment b zu einem anderen.

In sämtlichen Fragmenten besitzt jedes Internodium nur ein Internodale I. Ordnung, zwei der II. O. und vier der III. Ordnung. Da das Sediment auf den stark vertieften Nähten nicht restlos entfernt werden konnte, sind die sehr dünnen Internodalia der höheren Ordnungen sicher nicht vollständig erfaßt worden.

Stielreste mit stellatem Querschnitt

Exemplar a

Länge etwa 77 mm, ∅ etwa 6 mm. Das Stück besteht aus 12 Internodien. Zahl der Internodalia pro Internodium mindestens 5 (proximal) bis mindestens 11 oder 13 (distal; Zahl infolge Sediment- oder Zirrenbedeckung nicht überall sicher zu ermitteln).

In den obersten 10 Internodien zählt man 3 Ordnungen von Internodalien; in den beiden untersten Internodien (11 und 12) kommt eine vierte Ordnung hinzu.

Internodium 1 besteht aus mindestens 5 Segmenten in der Anordnung: III-II-I-II-III, der Hauptteil des Stielstücks aus 7 INN, angeordnet: III-II-III-I-III-II-III. Internodium 12 schließlich — aus mindestens 11 (oder 13?) Segmenten aufgebaut — zeigt die Reihenfolge IV-III-IV-II-III-IV?-I-III-IV-II-IV-III-IV?.

Das Wachstum der Internodalia III. O. läßt sich gut verfolgen. In den drei obersten Internodien sind diese noch sehr dünn und treten nur auf den Seitenflächen der Stielglieder zutage. Im Internodium 4 erreicht das oberste IN III bereits die Kanten; ab Internodium 5 gilt dies für sämtliche INN der III. O. Im Internodium 6 sind die INN III schon relativ hoch. Die nächst jüngere Serie — die INN IV. O. — erscheint in den Internodien 11 und 12 in Form dünner, ringsherum sichtbarer Scheiben.

Die Nodalia bilden an den Stielkanten spornartige Gebilde, die nach oben und unten gerichtet sind. Zwischen Internodium 11 und 12 sind diese besonders lang: reichen sie doch über die dünnen INN IV hinweg bis zur halben Höhe der INN III! Ähnliche, aber kürzere „Sporne“ besitzen die INN I und II.

Sämtliche Stielglieder sind stark konvex, die Nähte zwischen ihnen daher stark vertieft. Ab Internodium 8 werden die Seitenflächen der NN und der INN I flach. Die Außenfläche der INN III bleibt jedoch wie in den vorangehenden Internodien gratförmig zugeschärft.

In der unteren Hälfte des Stielstücks a sind Zirrenrinnen freigelegt. Im Internodium 12 sind sie schwach nach links, im darüber folgenden Internodium 11 schwach nach rechts aus der Mittellinie verschoben. Ein Zirrensockel liegt nur am obersten Nodale frei. Die 2 mm hohe, 1 mm breite Narbe ist längsoval und greift in der Mittellinie auf das über- und unterlagernde IN III hinüber.

Die Zirren sind lang und kräftig. Die meisten von ihnen sind großwellig oder schlangenartig „verbogen“ und schräg nach oben gerichtet; andere, die dem Stiel anliegen, richten sich senkrecht nach oben. Sie bestehen aus niedrigen, kahnförmigen Segmenten mit linsenförmigem Querschnitt; im oberen Abschnitt der Zirren wird der Querschnitt rund. Die Höhe der einzelnen Zirralia nimmt vom ersten bis zum vierten Segment stetig zu; dann erfolgt eine langsame Höhenabnahme, die sich im letzten Drittel der Zirren etwas beschleunigt.

Einige Zahlenangaben für Zirren:

Eine vom 11. Nodale ausgehende Zirre zählt bei einer Länge von etwa 27 mm rund 75 Segmente; Zirren aus kelchnäheren Internodien liefern ähnliche Werte. Auf einen Wirtel kommen im erstgenannten Falle demnach 5 × 75 = 375 Segmente. Für das — an sich kurze — Stielstück a mit 13 Wirteln errechnet sich die stattliche Zahl von (rund) 13 × 375 = 4875 Zirralien!

Exemplar b

Länge mindestens 74 mm; ⌀ etwa 5 mm. Zahl der Internodia unbekannt, weil der Stiel durch Zirren und Armpartien größtenteils verhüllt ist.

Die beiden untersten Internodien enthalten je 7 INN in der Anordnung III-II-III-I-III-II-III.

Die Außenseite der INN I. O. ist ähnlich wie bei den NN flach gerundet. Die Stielglieder II. und III. O. sind zugeschärft, und zwar ist ihr „Kamm" bei guter Erhaltung geperlt.

Stielstück b paßt weder an das Ober- noch an das Unterende von a; wahrscheinlich stammt es von einem anderen Tier.

Stielreste mit konkav-stellatem Querschnitt

Exemplar c

Länge (in der Krümmung gemessen) etwa 62 mm; ⌀ etwa 4 mm. Den 4 vollständigen Internodien schließt sich oben und unten je ein unvollständiges an. Auf Taf. 1, Fig. 2, und Taf. 2, Fig. 1, liegt das Oberende rechts, das Unterende links am Bildrand. Der Stiel liegt fast frei bis auf eine 5 mm lange Stelle, an der er von Stiel d überlagert wird. Die Bedeckung durch Zirren ist gering, weil fast nur deren Stümpfe erhalten sind.

Die 3 obersten Internodien enthalten mindestens je 13, 14 oder 12 Segmente, die sich nach folgendem Plan auf 4 Ordnungen verteilen: III-IV-II-IV-III-IV-I-IV-III-IV-II-IV-III-IV.

Die INN IV. O. erscheinen auf den Seitenflächen häufig als kleine, meist ungleiche „Doppellinsen"; eine davon oder beide können sich bis zur Kante verlängern. Im untersten, vollständigen Internodium (5) bildet die 4. Serie (INN IV) bereits 0,8 mm hohe Scheiben, also „fertige" Stielglieder. In den beiden untersten Internodien (5 und 6) erscheinen erstmals Internodalia V. Ordnung.

Die Höhenunterschiede zwischen den INN der I. und II. Ordnung und denen der II. und III. Ordnung sind gering; zwischen den INN III und IV sind sie jedoch beträchtlich.

Die Kanten der NN sind etwas stärker, die der INN I etwas schwächer knotig verdickt und in der Regel mit einem erhabenen Kreuz bedeckt; im Profil zeigen sie daher einen halbkreisförmigen Bogen. Die Seitenflächen sind vielfach mit einer Querleiste versehen, die median unterbrochen sein kann.

Verglichen mit Stielstück a sind die Nähte weniger stark vertieft und die Zirrenrinnen schwächer. Die Zirren selbst erreichen nicht die gleiche Stärke und vielleicht auch nicht die gleiche Länge wie in kelchnäheren Bezirken. (Die Längsachse eines der größten basalen Zirralia des Fragments c mißt nur noch 2,0 bis 2,2 mm.) Dazu kommt die abweichende Verzierung der Stielkanten an den Nodalien und an den Internodalien I. Ordnung.

Stielreste mit pentagonalem Querschnitt

Exemplar d

Länge (in der Krümmung gemessen) etwa 57 mm; ⌀ etwa 4 mm. Das Stück umfaßt ein vollständiges Internodium nebst zwei Dritteln des vorangehenden und einem Viertel des distal darunterfolgenden Internodiums. Dort, wo der Stiel d das Fragment c überlagert, klafft er unter- und oberhalb eines IN V. O. etwas auseinander.

Das vollständige Internodium umfaßt mindestens 35 Segmente, die sich auf 6 Ordnungen verteilen. Man zählt 16 INN V. O., aber nur 4 INN VI. O.; bei vollständiger Entwicklung der 6. Serie (INN VI) sind 32 INN VI zu erwarten. Das halbe Internodium hat folgenden Bau:

V-VI-IV-V-III-V-IV-V-II-V-IV-V-VI-III-V-IV-V-I.

Der Höhenunterschied zwischen den INN II. und III. O. ist wiederum unerheblich. Die INN der V. O. sind dadurch bemerkenswert, daß sie sich zur Seitenmitte hin ± stark verdünnen. Zum Ausgleich erreichen die INN I. bis IV. O. auf der Seitenmitte eine beträchtliche Höhe.

An den Kanten der NN und der INN I. O. erscheinen die gleichen, außen gerundeten Sporne wie am Stielstück a; im Seitenprofil des Stiels ragen diese Stielglieder daher etwas hervor. Die Seitenflächen der Internodalia I. bis IV. Ordnung sind flach, die der höheren Ordnungen gerundet-gratförmig. Die Nähte sind vertieft.

Die Zirren sind nur in kleinen Resten erhalten. Im unteren Teil der Internodien erkennt man kurze Zirrenrinnen.

Exemplar e (normale Stielfacette)

⌀ 5 mm. Querschnitt des Internodale, das mit der einen Gelenkfläche auf der Schichtfläche liegt, pentagonal mit schwach konkaven Seiten.

Die Facette ist als Ganzes flach ausgehöhlt. Die schmalen Petalien reichen bis zur Kante, wo sie sich runden; der kleine gewulstete Außenbogen ist (infolge Abreibung?) ungekerbt. Die Fluren sind kräftig vertieft; ihre größte Breite liegt etwas über ihrer Mitte, und dort sind auch die Randleisten am längsten. Diese stehen dichtgedrängt senkrecht zur Längsachse der Fluren; ihre Zahl beträgt 11 bis 14 pro Halbseite. Die radialen Zwischenräume werden von einem größeren und einem kleineren „Buckel“ ausgefüllt; zwischen ihnen und den Petalien verläuft eine Furche.

2. 3. 2. Die Armkronen

Wie in der Material-Übersicht erwähnt, ist der Kelch mit den untersten, in den Kelch einbezogenen Armpartien nebst deren Zwischenplatten nicht erhalten. Es fehlen überall die beiden Primibrachialia und an Exemplar 1 auch die meisten Sekundibrachialia. Exemplar 2 setzt sogar erst mit den Tertiibrachialien ein. Demnach fehlen allenthalben die Träger der ersten isotomen Armgabelung, die IAxx, und mit 3 Ausnahmen auch die IIAxx, über denen sich die Arme zum zweiten Male isotom gabeln.

Die ältesten noch vorhandenen Armglieder liegen in der linken unteren Ecke der Unterseite, nämlich ein IIAx mit 3 vorangehenden Armgliedern, im Verbande gelockert und stellenweise beschädigt, ein weiteres IIAx mit einem vorangehenden Segment und ein drittes, mit dem die Serie beginnt (Taf. 1, Fig. 1).

Am längsten erhalten sind zwei Hauptarme des gleichen Sektors oder „Strahls“ auf der linken Seite der mutmaßlichen Unterseite (Taf. I, Fig. 1). Sie sind rund 75 bezw. 77 mm lang; bis zu ihrer Spitze dürfte nicht viel fehlen.

Stielstück	Querschnittsform	Zahl der Internodien	Zahl der INN pro Internodium	Zahl der Ordnungen pro Internodium	Ausbildg. d. Kanten an NN und INN I	Ausbildung der Seitenflächen	Lage der Nähte
a	stellat	12	oben: mindestens 5 unten: 11 oder 13	oben: 3 unten: 5	Sporne	INN III: gratförmig zugeschärft	stark vertieft
b	stellat	?	7	3		NN + INN I: flach gerundet INN II + III: mit geperlter, scharfer Querleiste	
c	konkav-stellat	4	12—14	oben: 4 unten: 5	knotig verdickt	NN + INN I: Querleiste, die median unterbrochen sein kann oben: INN IV erscheinen als Doppellinsen	weniger vertieft als an a
d	pentagonal	1	mindestens 35	6	Sporne	INN I — IV: flach, im Radius verdickt INN V — VI: mit gerundeter Querleiste INN V: im Radius sehr niedrig	vertieft

Tab. 1. Einige Stielmerkmale von *Pentacrinites fossilis* in den verschiedenen Stielbereichen

Eine Orientierung ihrer Teilungsserien ist dadurch möglich, daß sie mit einer isotomen Armgabelung beginnen; da weiterhin nur heterotome Gabelungen (mindestens 8) folgen, so stellt das isotome Ax ein IIAx dar. Seine Breite beträgt 3,6 mm, seine Höhe etwa 1,8 mm.

Ein Hauptarm gibt bis zu 8 Nebenarme ab. Die Nebenarme sind zwischen der 3. und 8. Teilungsserie deutlich schwächer als der Hauptarm. Nach der 8. Gabelung sind Haupt- und Nebenarm annähernd gleichstark, ein Zeichen, daß diese Gabelung die letzte oder eine der letzten ist.

Einige Nebenarme können auf größere Strecken verfolgt werden (Taf. 1, Fig. 1, rechts, und Taf. 2, Fig 6). Da jeder Nebenarm ungeteilt bis zum „Gipfel" der Krone aufsteigt, dürfte die Zahl der Endspitzen etwa 180 betragen haben.

Nach moderner Zählweise erhält jede „Teilungsserie" des Hauptarms zwischen dem R und dem IAx und sodann jeweils zwischen zwei Axillarien eine eigene „Serienzahl" (I Brr, II Brr, III Brr usw.). Die Zahl der Armglieder in den Teilungsserien ist für die beiden untersuchten Kronen in Tabelle 2 zusammengestellt. Die unvollständigen Serien wurden in dieser Übersicht durch die Signatur . . . gekennzeichnet.

	II Brr	III Brr	IV Brr	V Brr	VI Brr	VII Brr	VIII Brr	IX Brr	X Brr	XI Brr
Ex. 1	1 + Ax	1 ...								
		...								
	Ax	15	15	11 ...						
		9	15	15	15	13	11	9	13	7 ...
	3 + Ax	9	15	15	13	13	11	11	4 ...	
		3 ...								
Ex. 2		3 + Ax	4 ...							
		md. 17	15	13 ...						
		md. 17	12 ...							
		17	15	15	11 ...					
				5 + Ax	15	15	27 ...			
		3 + Ax	15	13	13	15	13	8 ...	7 ...	5 ...
		...	Ax	15	15	8 ...				
		...								
		...	3 + Ax	15	8 ...					
		5 + Ax	14 ...							
		2 + Ax	15	15	10 ...					
		10 + Ax	15	15	13 ...					
		4 + Ax	16	12	2 ...					
		9 + Ax	15	15	13	10 ...				

Tab. 2. Die Zahl der Armglieder in den Teilungsserien von *Pentacrinites fossilis* aus dem schwäbischen Arietenkalk. Verdeckte oder nicht erhaltene Bereiche sind durch Punkte angedeutet.

Gestalt und Verzierung der Armglieder

Die Armglieder sind auf dem Rücken rund. In den unteren Armpartien, z. B. in der 3. Serie (III Brr), erscheinen sie sowohl dorsal wie von der Seite gesehen schwach keilförmig. In den höheren Teilungsserien wird die Keilform schwächer, die Rückennähte verlaufen hier parallel, und die Armglieder erscheinen als flache Scheiben; in den distalen Armpartien gewinnen sie langsam an Höhe. — Sowohl im Haupt- wie im Nebenarm ist jedes postaxilläre Armglied auf der Außenseite deutlich höher als auf der Innenseite.

Den flachen Armgliedern entsprechen relativ niedrige Axillaria. Im proximalen Arm verhalten sich ihre Seitenkanten zur größten Höhe wie etwa 1:2. Die Breite eines Hauptarms beträgt am IIAx 3,6 mm, am IIIAx 3,0 mm und am IVAx 2,1 mm.

Die Gelenkflächen sind nur an wenigen Stellen und meist unvollständig freigelegt. Leicht kenntlich sind die Gelenkleisten mit ihrer tiefen Längsfurche, die ein Fulcral-Ligament beherbergte.

Die Brachalia sind auf ihrer Außenseite sehr fein und dicht längsgestreift. Auf den Pinnularien ist die Skulptur etwas gröber.

Pinnulierung

Die Pinnula-Sockel liegen rein ventral, und die Armglieder sind an dieser Stelle schwach verdickt. An den Nebenarmen nimmt der Pinnula-Sockel die ganze oder fast die ganze Höhe des Armglieds ein; an den Hauptarmen erreicht er nur 3/4 dieses Betrages. Nie greift ein Pinnula-Sockel auf das distal folgende Armglied über.

Die Pinnulae selbst sind lang und schlank. Eine Pinnula an einem IIBr 9 zählt mindestens 22 Segmente. Das erste, unterste Segment einer Pinnula (P_1) ist stets etwas niedriger als das zweite (P_2). Im distalen Teil der Pinnulae nimmt die Höhe der Segmente merklich zu. Die Pinnularia sind auf dem Rücken scharf gekielt und laufen am Distalrand in einen kleinen Rückendorn aus.

3. Kurzer Vergleich mit englischen Funden und Zusammenstellung der wichtigsten Stiel-Merkmale der schwäbischen Form

Die artliche Bestimmung der schwäbischen Funde aus dem Lias α_3 wurde zunächst nur nach der Literatur (1808—1926) vorgenommen, vorwiegend nach Miller 1821. Bei diesen Literaturstudien zeigte es sich, daß der schwäbische Pentacrinit aus dem unteren Sinemurium mit dem etwas jüngeren englischen *fossilis* aus dem oberen Sinemurium sehr nahe verwandt ist.

Beide Arten besitzen

1. einen fünfseitigen Stiel mit scharfen Längskanten,
2. Sporne an den Kanten der Nodalia und an denen der Internodalia I. und II. Ordnung,
3. zwischen den Nodalien stets Internodalia, deren Zahl von proximal nach distal zunimmt,
4. in manchen Stielpartien hohe Internodalia I. Ordnung, welche die Nodalia im Radius an Höhe übertreffen,
5. in die Länge gestreckte Zirrensockel, die bei der schwäbischen Form annähernd längsoval, bei *fossilis* rhombisch sind,
6. kräftige Zirren aus kahnförmigen oder rhombischen Zirralien und
7. im Prinzip auch die gleiche Gliederung der Arme.

Leider blieb der Vergleich mit *fossilis* unvollständig, weil an den schwäbischen Funden, wie schon erwähnt, die untersten Armpartien, der Kelch und der oberste Stielabschnitt fehlen, also ungefähr jener Teil, den Bather 1898 und Jaekel 1918 von *fossilis* zeichneten (vgl. Abb. 1—2).

Es war ferner nachteilig, daß der Stiel von *P. fossilis*, der Typusart von *Pentacrinites* Blumenbach, nur sehr unvollkommen bekannt ist, und daß eine brauchbare Diagnose der genannten Art noch aussteht.

Um diesen Mängeln abzuhelfen, wurden mehrere Platten mit *Pentacrinites fossilis* aus der Gegend von Charmouth (Sammlung Henne) untersucht; ferner wurden Photographien einer großen Platte aus Lyme Regis ausgewertet, die Dr. Haude im Britischen Museum London (mit freundlicher Erlaubnis von Dr. Jefferies) angefertigt hatte. Vergleiche ergaben, daß die süddeutschen Stiele manchen englischen so ähnlich sind, daß man für die schwäbischen Funde — unter Berücksichtigung einer gewissen individuellen Variabilität — die Bestimmung „*Pentacrinites fossilis* Blumenbach“ wählen kann.

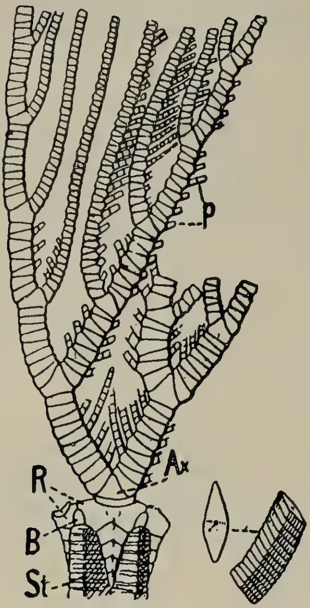


Abb. 1

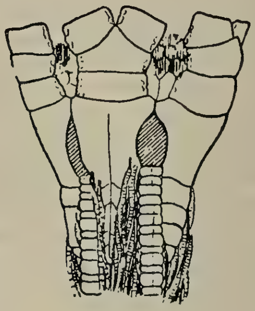


Abb. 2

Abb. 1—2 *Pentacrinites fossilis* Blumenbach

Abb. 1. Kelch mit dem obersten Stiel und Teilen eines Armstrahls; rechts unten Zirrenpartie von der Seite und im Querschnitt. St: Stiel; B: Basale; R: Radiale; Ax: Primaxillare; p: Pinnulae. (Zahl der Sekundibrachialia richtig : 7!) Ohne Alters- und Fundortsangabe. — Etwas vergrößert aus Bather 1898.

Abb. 2. Kelch mit den untersten, in die Kelchwand einbezogenen Armgliedern (IBr 1 bis IIBr 1) und Interradialplättchen und mit dem obersten Stielabschnitt. Basalia schraffiert. Ohne Alters- und Fundortsangabe. — Etwas vergrößert aus Jaekel 1918.

Da es nicht beabsichtigt ist, dieser Studie eine revidierte Diagnose von *Pentacrinites fossilis* beizugeben, seien die Stielmerkmale der schwäbischen Funde in Form einer Diagnose zusammengestellt:

Stiel fünfseitig, scharfkantig, im Querschnitt stellat, konkav-stellat und pentagonal mit schwach konkaven Seiten. Stielnähte im gesamten Stiel vertieft. Stielglieder in den kelchnäheren Teilen stark konvex und auf den Seiten mit einer Querleiste versehen, die auf den INN III. O. gratförmig zugeschärft und geperlt sein kann. Zahl der Internodalia 5 bis 35, Zahl der Ordnungen im Internodium 3 bis 6.

Nodalia kaum höher oder sogar etwas niedriger als die Internodalia I. Ordnung und nur wenig über die Internodalia hinausragend. Nodalia sowie Internodalia I und II an den Stielkanten spornartig verlängert; Nodalia und Internodalia I im mittleren Stielbereich an den Kanten knotig verdickt.

Zirrensockel klein, längsoval; zirrale Stielrinnen schwach, wenig von der Mittellinie abweichend. Zirren lang, kräftig. Zirralia in der unteren Hälfte der Zirren kahnförmig; an dem einen Ende zugespitzt, am anderen gerundet; Querschnitt rhombisch bis linsenförmig. Zirralia im oberen Drittel der Zirren sehr klein, mit ovalem bis rundem Querschnitt.

Petalien einer normalen Stielfacette (mit fast pentagonalem Umriß) bis zu den Ecken reichend; radiale Zwischenräume wulstig verdickt, erhaben.

(Oberster Stielabschnitt, Kelch und unterste Armglieder unbekannt.)

Literatur

Arkell, W. J. (1956): Jurassic Geology of the World. 806 S., 46 Taf., 101 Abb. Edinburgh & London (Oliver & Boyd).

Bather, F. A. (1898): Pentacrinus: a name and its history. — Natural Sci., 12/74, 245—256, 10 Abb.; Edinburgh.

— (1900): The Echinoderma. — In: E. Ray-Lankester: A Treatise on Zoology, 3, 344 S.; London.

Beringer, K. Ch. (1926): Die Pentacriniten des schwäbischen Posidonienschiefers. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 82, 1—49, 2 Taf., 2 Abb.; Stuttgart.

Biese, W. (1935): Crinoidea jurassica I. — Fossilium Catalogus I: Animalia, 70, 240 S.; 's-Gravenhage. — [Hier weitere Literatur]

Bräuhäuser, M. & Frank, M. (1932): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Württemberg. Blatt Stuttgart (Nr. 70) und Blatt Möhringen (Nr. 69). 204 S., 24 Abb.; Stuttgart.

Engel, Th. (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Aufl. 645 S., 6 Taf., 261 Abb., 10 Suppl.; Stuttgart (Schweizerbart).

Geyer, O. F. & Gwinner, M. P. (1962): Der Schwäbische Jura. — Sammlung Geologischer Führer, 40, 452 S., 46 Abb., 4 Beil.; Berlin (Bornträger).

Gislén, T. (1942): Echinoderm Studies. — Zool. Bidrag Uppsala, 9, VI + 316 S., 355 Abb.; Stockholm & Berlin. — [Hier weitere Literatur]

Jaekel, O. (1918): Phylogenie und System der Pelmatozoen. — Paläont. Z., 3, 1—128, 114 Abb.; Berlin. — [Sonderdruck; Erscheinungsjahr des Bandes: 1921]

Loriol, P. de (1884—89): Paléontologie Française, Terrain Jurassique, 11/2, Crinoïdes, 580 S., Taf. 122—229; Paris.

Miller, S. A. (1821): A natural history of the Crinoidea, or lilyshaped animals etc. VIII + 150 S., 50 Taf.; Bristol.

Oppel, A. (1856): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 12, 121—556; Stuttgart.

Quenstedt, F. A. (1858): Der Jura. 842 S., 100 Taf.; Tübingen (Laupp).

— (1867): Handbuch der Prefaktenkunde. 2. Aufl. Tübingen (Laupp).

— (1874—76): Petrefactenkunde Deutschlands. 4. Asteriden und Encriniden. VIII+742 S., Taf. 90—114; Tübingen & Leipzig (Fues).

Schlotheim, E. F. von (1820): Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte etc. 437 S., Taf. 15—29; Gotha (Becker).

— (1822): Nachträge zur Petrefactenkunde. 100 S., Taf. 1—21; Gotha (Becker).

— (1823): Nachträge zur Petrefactenkunde. 2. Abtheilung. 114 S., Taf. 22—37; Gotha (Becker).

Stolley, E. (1910): *Pentacrinus Briareus* Miller und *P. subangularis* Miller im norddeutschen Posidonienschiefer. — Jber. Ver. Naturwiss. Braunschweig, 16, 126—132; Braunschweig.

Anschrift der Verfasserin: Dr. Hertha Sieverts-Doreck, D-7000 Stuttgart 80, Reichenberger Str. 12.

Tafel 1

Pentacrinites fossilis BLUMENBACH, Arietenkalk (Lias α_3), Stuttgart-Vaihingen.

Fig. 1. Mutmaßliche Unterseite des Fundstücks. Kronenfragmente und Stielstück a. — x1,1.

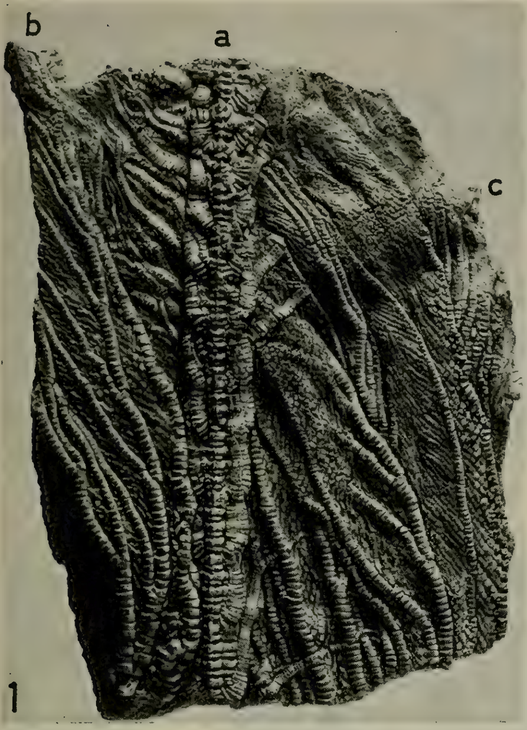
Fig. 2. Mutmaßliche Oberseite des Fundstücks. Kronenfragmente und Stielstücke b, c, und d. — Reichlich x1,1.

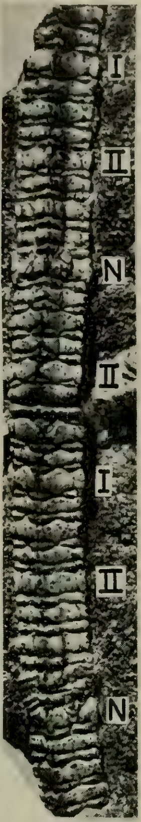
Fig. 2a. Vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 2 (Kronenfragment), etwas anders beleuchtet. — x1,9.

Fig. 3. Stielstück d, stärker vergrößert. N: Nodale; I, II: Internodalia I. und II. Ordnung. — x1,8.

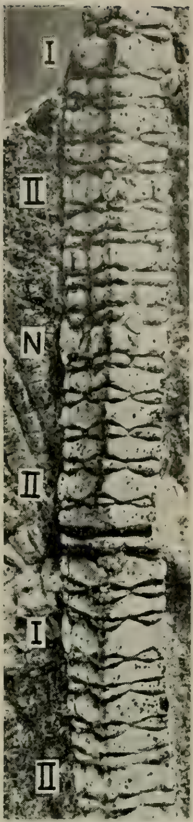
Fig. 3a. Stielstück d, stärker vergrößert. Abkürzungen wie Fig. 3. — Etwa x2,6.

Phot.: Landesbildstelle, Stuttgart.

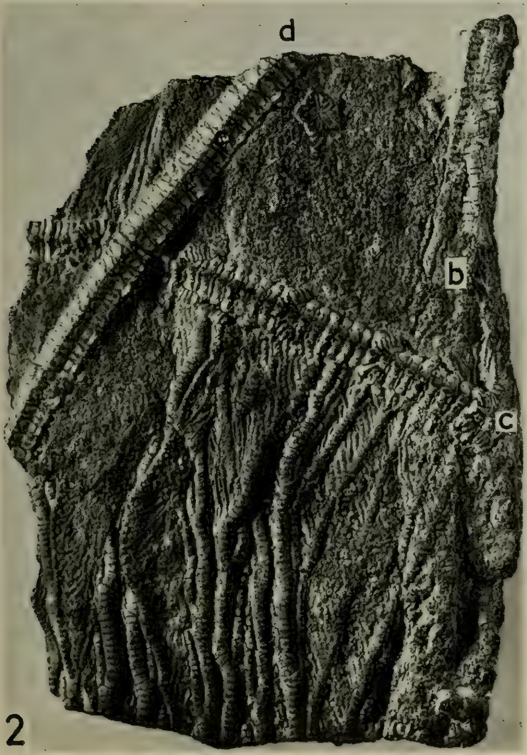


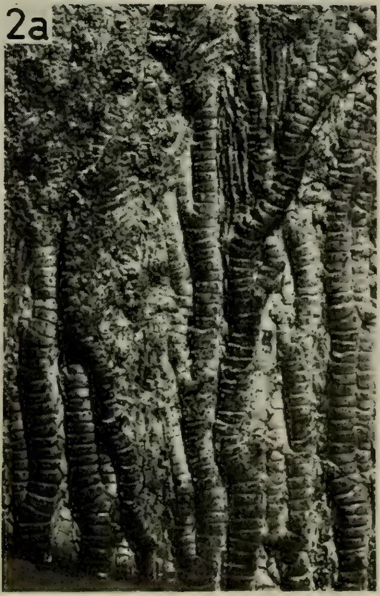

I
II
N
II
I
II
N

3



3a





Tafel 2

Pentacrinites fossilis BLUMENBACH, Arietenkalk (Lias α_3), Stuttgart-Vaihingen.

Fig. 1. Stielstücke b, c und d, etwas anders beleuchtet als auf Taf. 1, Fig. 2. — Knapp x1,2.

Fig. 2. Stielfacette e. — Etwa x2,6.

Fig. 3. Stielstück b, zwei vollständige Internodien. N: Nodale; z: distale Hälfte einer Zirre. Der Stiel ist umgekehrt zu orientieren (das distale Ende liegt oben wie auch in Fig. 1.).

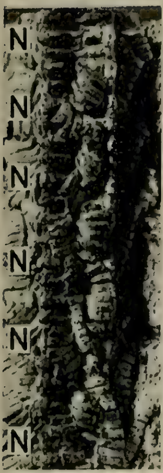
Fig. 4. Stielstück c mit Zirrenstümpfen. Vergrößerter Ausschnitt aus Taf. 1, Fig. 2. Das Stück ist umgekehrt zu orientieren (das distale Ende liegt oben). — Etwa x 1,8.

Fig. 4a. Stielstück c mit Zirrenstümpfen, stärker vergrößert und anders beleuchtet als in Fig. 4. Orientierung hier richtig. — Etwa x 2,6.

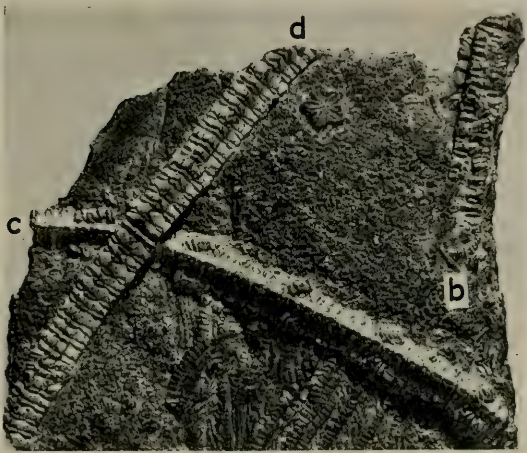
Fig. 5. Stielstück a, oberes Ende. N: Nodale. — Etwa x 2,2.

Fig. 6. Vergrößerter Ausschnitt aus Armkrone und Stielstück a (distal anschließend an Fig. 5.). Mutmaßliche Unterseite des Fundstücks (s. Taf. 1, Fig. 1.). HA: ein Hauptarm; NA: zwei Nebenarme des Hauptarms; z: zwei ziemlich vollständig erhaltene Zirren des Stiels a; zr: Zirrenrinne am Stiel a. — Etwa x 2,2.

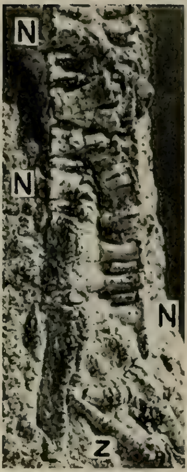
Phot.: Landesbildstelle, Stuttgart.



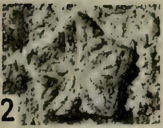
5



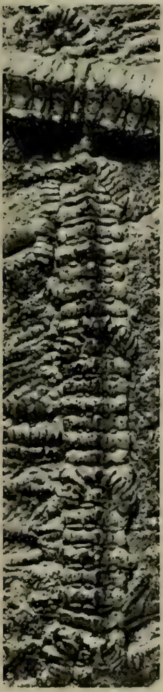
1



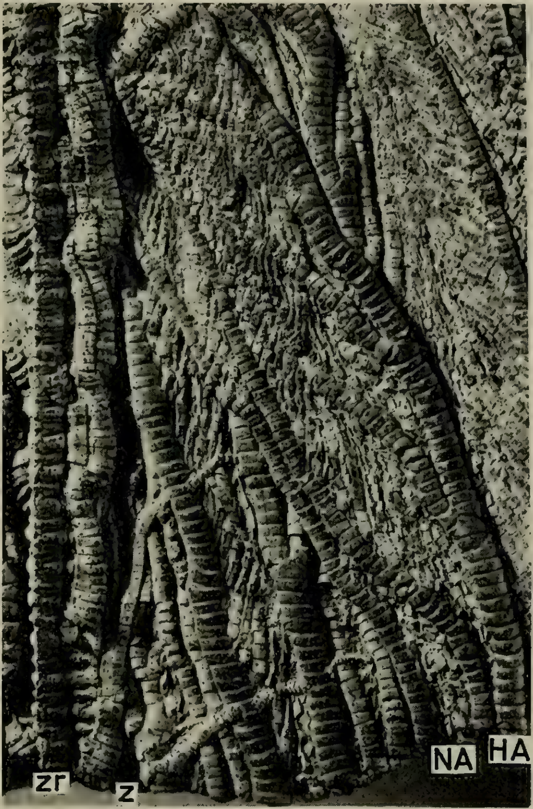
3



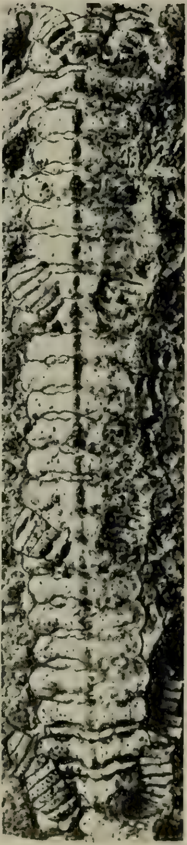
2



4



6



4a

37

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 36 Stuttgart 1978

Zur Braunjura γ/δ-Grenze (Unter-Bajocium*) im Westteil der Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg)

Von Gerd Dietl, Stuttgart

Mit 1 Tafel, 4 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Aufgrund neuer Ammonitenfunde [*Sonninia* (*? Papilliceras*) sp. u. *E.* (*Emileia*) cf. *„polymera“*] in einigen sonst an Ammoniten sehr armen Schichten des mittleren Braunjuras (Spathulatus-Bank u. tiefster Humphriesianum-Oolith) ergeben sich Hinweise zur Grenze Braunjura γ/δ und zur Altersstellung derselben im Raum Gosheim, Württemberg. Die Spathulatus-Bank bildet danach die Basis des Braunen Juras δ. Der darunter liegende obere Blaukalk und die sich nach unten anschließenden „Giganteus-Tone“, die z. B. Frank (1945) in den Braunen Jura unter-δ stellte, werden dem Braunen Jura γ zugerechnet. Diese „Giganteus-Tone“ von Gosheim werden hier folglich als obere Gamma-Tone bezeichnet.

Die oben aufgeführten Ammoniten weisen darauf hin, daß die *sauzei*-Zone bei Gosheim bis in den untersten Humphriesianum-Oolith hinaufreichen kann.

Die eigenen Ergebnisse zur γ/δ-Grenze werden mit den Grenzziehungen anderer Gebiete (Glems bei Reutlingen, Thanheim beim Hohenzollern, Zillhausen bei Balingen usw.) verglichen.

1. Einleitung

Schichtvergleiche über größere Distanzen im mittleren Braunen Jura (Brauner Jura γ u. δ) Württembergs sind besonders schwierig. Dies hat verschiedene Gründe:

1. Quenstedt (1843; 1856) bezog sich in seiner Gliederung des Braunen Juras hauptsächlich auf den Raum Kirchheim-Hechingen (mittlere Schwäbische Alb). Die Schichtenfolge des mittleren Braunen Juras dieser Gegend unterscheidet sich aber sehr erheblich von der der Ost- und der Südwestalb. Trotzdem wurde von den meisten späteren Autoren die Quenstedtsche Gliederung auch auf andere Faziesräume übertragen. Dabei wurden oft die Grenzen der Quenstedtschen Schichtgruppen in Anpassung an die jeweiligen lokalen Verhältnisse anders gelegt.

2. Aufgrund der von Lokalität zu Lokalität sehr wechselnden Schichtenfolge entstanden zahlreiche Schichtbezeichnungen. Eine Auswahl der bekanntesten Schichtnamen, z. B. für den Bereich des Braunen Juras δ, ist bei Geyer (in Geyer & Gwinner 1962, 80) nachzulesen.

---

*) Gliederung nach Hallam (1975, Tab. 2.3).

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 36 Stuttgart, 1. 5. 1978

3. Da der mittlere Braune Jura entlang der Schwäbischen Alb nur sehr schlecht aufgeschlossen ist, finden sich i. d. R. nur kleine, weit auseinanderliegende Aufschlüsse. Daher sind die Übergänge zwischen den einzelnen Faziesbereichen nur sehr unzulänglich bekannt.

4. Schichtvergleiche über größere Distanzen wurden bisher im Bereich der Braunjura γ/δ-Grenze hauptsächlich in lithostratigraphischem Sinne durchgeführt (z. B. Frank 1945). Dabei wurden oft Schichten unterschiedlichen biostratigraphischen Alters gleichgesetzt.

5. Moderne biostratigraphische Untersuchungen der jeweiligen lokalen Schichtfolgen im Bereich der γ/δ-Grenze wurden bisher kaum durchgeführt. Die Ursache dafür sind nicht nur die schlechten Aufschlußverhältnisse in diesen Schichten, sondern auch deren Ammonitenarmut.

Anlaß zur folgenden Untersuchung gaben Neufunde von Ammoniten aus dem Bereich der Braunjura γ/δ-Grenze von Gosheim, Württemberg. Diese Funde zeigen, daß die Grenzziehung Braunjura γ/δ von Frank (1945) im Raum Gosheim völlig abweicht von jener in den sich nördlich anschließenden Gebieten um Balingen (A. Rieber 1922) und Hechingen (Schmierer 1925).

Dank

Wertvolle Diskussionen und Hinweise verdanke ich Dr. G. Bloos, Ludwigsburg, Dr. N. Morton, London, Prof. Dr. H. Rieber, Zürich, und Dipl.-Geol. R. Schlatter, Ludwigsburg. K. H. Spieth, Stuttgart, überließ freundlicherweise einen Ammoniten. Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Fossilien präparierte M. Kapitzke, Ludwigsburg. Die Aufnahmen fertigte H. Haehl, Stuttgart, an. Allen genannten Personen gilt mein besonderer Dank.

2. Paläontologie

Abkürzungen: Dm = Durchmesser
Nw = Nabelweite
Wh = Windungshöhe
Wb = Windungsbreite
Wk = Wohnkammer
Ur/U = Zahl der Umbilicalrippen pro Umgang

Sämtliche Maße wurden in Zentimeter angegeben. Die Maßangaben zur Nw, Wh und Wb in der Maßtabelle auf S. 6 geben jeweils den prozentualen Anteil am Durchmesser (Dm = 100 %) an.

BSM = Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München.
MHNP = Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie, Paris.
IRScNB = Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Brüssel.
SMNS = Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart.

Familie Sonniniidae Buckman 1892

Genus *Sonninia* Bayle 1878

Sonninia (?Papilliceras) sp.

Taf. 1, Fig. 2 u. Abb. 1

Beschreibung: Das vorliegende Exemplar ist ein Sedimentsteinkern mit einem Dm von 31 cm. Es ist trotz seiner Größe noch fast völlig gekammert; nur die vordersten 2 cm des äußeren Umgangs könnten schon zur Wk gehören. Nur etwa 3/4 des äußeren Umgangs sind erhalten. Innenwindungen, auch Andeutungen von ihnen, fehlen vollkommen. Die Nw beträgt 32% des Dm. Die größte gemessene Wh beträgt 11,7 cm, die entsprechende Wb 5,8 cm. Die größte Wb liegt wenig unterhalb der Flankenmitte. Die Nabelwand steht senkrecht und ist nicht sehr tief. Eine deutliche Nabelkante ist ausgebildet. Der Querschnitt kann als flachscheibenförmig bezeichnet werden (siehe auch Abb. 1).

Das vorliegende Exemplar zeigt bis auf leichte wulstartige Anschwellungen (auf dem Foto nicht sichtbar), die im unteren Flankendrittel liegen, keine Skulptur. Im Übergangsbereich vom Phragmokon zur Wk ist ein Vollkiel ausgebildet. Weiter nach innen geht dieser in einen Hohlkiel über.

Die Lobenlinie ist in Abb. 1 dargestellt. Sie zeigt einen auffallend breiten E und L.

Vergleich: Das Fundstück von Gosheim ist so unvollständig erhalten, daß eine artliche Bestimmung unmöglich erscheint. Auch die Zuordnung zur Untergattung *Papilliceras* kann nur mit Vorbehalt gemacht werden. Die flachscheibenförmige Gehäusegestalt, die steile Nabelwand sowie die gemessene Nw (siehe oben) weisen in die Nähe von *Papilliceras*. Für eine sichere Zuordnung zu dieser von Buckman (1920) aufgestellten Untergattung fehlen z. B. die von Morton (1975, 45) präzisierten typischen Merkmale, wie Knötchen auf der Mitte der Flanke. Auch die Lobenlinie weicht von den bei *Papilliceras* bekannten Lobenbildern ab.

Am ehesten läßt sich noch der Fund von Gosheim mit *Sonninia patella* (Waagen 1867, 597, Taf. 25, Fig. 2, 3) vergleichen. Die z. B. von Morton (1975) zur Untergattung *Papilliceras* gestellten Arten *S. arenata* (Quenst.) und *S. mesacantha* (Waag.) hält Oechsle (1958, 102 ff.) für Unterarten von *S. patella* (Waag.).

Von *„Sonninia“ furticarinata* (Quenst.) unterscheidet sich die vorliegende Form durch die größere Nw und die gut ausgebildete Nabelkante, die ersterer fehlt. Von der ebenfalls großwüchsigen *Dorsetensia subtecta* Buckman unterscheidet sich der Fund von Gosheim neben der Gehäusegröße besonders durch die erheblich größere Nw.

Fundort: Gosheim/Württ., Aufschluß am südlichen Ortsrand von Gosheim an der ehemaligen Bahnlinie beim Au-Tunnel.

Fundhorizont: Die *Sonninia (? Papilliceras)* sp. wurde dem Anstehenden entnommen. Sie wurde auf einer gemeinsamen Exkursion mit Prof. Dr. H. Rieber, Zürich, und Dipl.-Geol. R. Schlatter, Ludwigsburg, entdeckt. Ihre ge-

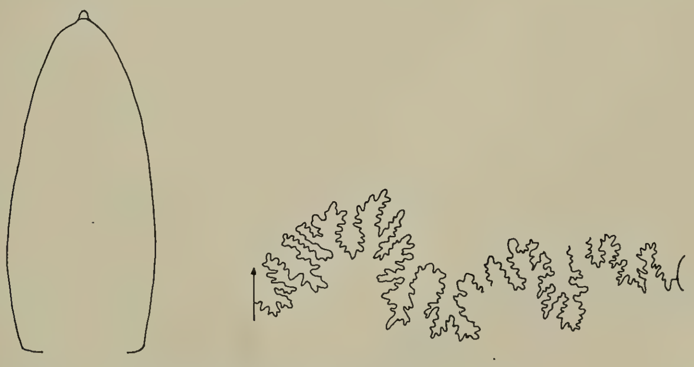


Abb. 1. *Sonninia (? Papilliceras)* sp., Exemplar von Taf. 1, Fig. 2.
Links: Windungsquerschnitt (mit Hilfe einer Formlehre abgenommen). — x 1/2.
Rechts: Adultsutur bei Wh 10,4 cm.

naue Fundschicht ist die Spathulatus-Bank, die nach A. RIEBER (1922) im Gebiet von Balingen/Württ. die Basis des Braunjura δ bildet.

Familie Otoitidae MASCKE 1907

Genus *Emileia* BUCKMAN 1898

Emileia (Emileia) cf. *„polymera"* (WAAG.)

Taf. 1, Fig. 1 u. Abb. 2

Beschreibung: Das vorliegende Exemplar liegt in Wk-Erhaltung vor und zeigt noch die Schale (umkristallisiert). Es kann nicht mit Sicherheit als adult bezeichnet werden. In der Sammlung des SMNS befindet sich eine weitere *Emileia* (SMNS Nr. 23 692) aus dem Humphriesianum-Oolith (Fundort unbekannt), die dem hier beschriebenen Exemplar ähnlich sieht, aber mit einem Dm von 27 cm erheblich größer ist. Diese weist in größeren Abständen mehrfach Einschnürungen auf, die als ehemalige Mundränder gedeutet werden können. Somit ist ein ausgebildeter Mundrand bei der Gattung *Emileia* allein kein sicheres Kriterium dafür, daß das Exemplar ausgewachsen ist.

Der Mundsaum ist fast vollständig erhalten und weist eine trompetenförmige Erweiterung auf, die am besten auf der in der Abbildung nicht sichtbaren Seite erhalten ist. Er ist vom übrigen Gehäuse durch eine kräftige Einschnürung, die nur auf der Flanke ausgebildet ist, deutlich abgesetzt. Die Wk umfaßt mindestens einen Umgang. Die auf dem Steinkern noch aufsitzende Schale verhindert genaue Angaben, wo der Übergang vom Phragmokon zur Wk liegt. Zumindest die Wk ist mit Sediment verfüllt, während Teile des Phragmokons aus Kalzit bestehen. Die Nw nimmt im Bereich der Wk rasch zu. Die innersten Windungen ließen sich nicht freilegen, jedoch ist ein tiefer Nabel anzunehmen. Der Windungsquerschnitt ist im ersten Fünftel der Wk noch schwach hochoval. Er verändert sich dann in Richtung zur Mündung, indem sich die größte Wb von der Flankenmitte in das untere Drittel der Flanke verlagert.

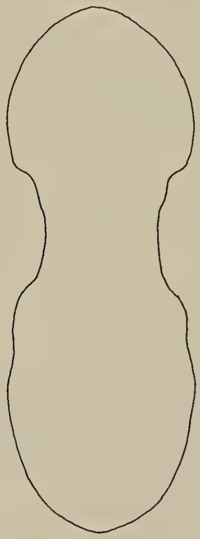


Abb. 2. *Emileia (Emileia)* cf. *„polymera"* (WAAGEN). Exemplar von Taf. 1, Fig. 1. Gehäusequerschnitt (mit Hilfe einer Formlehre abgenommen). — x 1/2.

Die Nabelwand ist gerundet und fällt auf den inneren Windungen ziemlich steil ab. Eine Nabelkante fehlt. Im ersten Fünftel der Wk wird die Nabelwand immer flacher und geht kontinuierlich in die Flanke über.

Die Berippung ist verhältnismäßig dicht. Auf den äußeren Umgang kommen etwa 31 deutliche Primärrippen, die leicht abgeschwächt an der Naht einsetzen. Diese spalten sich etwa in der Flankenmitte in 2—3 Sekundärrippen auf, die ohne Abschwächung über die Externseite hinweglaufen. Der Spaltpunkt der Rippen ist oft undeutlich, auf den inneren Windungen kaum sichtbar, da er am vorliegenden Exemplar von der im Bereich der Naht besonders dicken Schale überdeckt wird. Entfernt man hier die Schale, so kann man den Spaltpunkt der Rippen gerade erkennen. Die Rippen stehen mehr oder weniger senkrecht zur Windungsachse. Nur im vorderen Drittel der Wk sind sie leicht protrakt.

Aufgrund der Schalenerhaltung des vorliegenden Exemplares ist die Lobenlinie nicht sichtbar.

Vergleich: Eine ganz sichere Zuordnung des Fundes von Gosheim zu *E. polymera* ist nach Meinung des Verf. nicht möglich. Dies liegt daran, daß das Exemplar von Gosheim eine um 4—5% geringere Nw als das von MAUBEUGE (1951, 88) beschriebene Stück aufweist (siehe auch Maßtabelle auf S. 6). Normalerweise würde man eine solche nach Meinung des Verf. geringe Abweichung bei den übrigen sonst gut übereinstimmenden Merkmalen als Variabilität innerhalb einer Art auffassen. Die große Zahl der beschriebenen, eng beieinanderliegenden Arten der Gattung *Emileia,* besonders zurückgehend auf die Arbeiten von BUCKMAN (1927) und MAUBEUGE (1951; 1961), erschweren jedoch eine Artbestimmung. Eine Revision würde sicher zu einer Verringerung der bestehenden Arten führen.

WAAGEN (1867, 605) belegte seine neue Art „*Ammonites polymerus*" nicht mit einer Abbildung. Er bezog sich auf Stücke in seiner Sammlung, die von Niort (Deux Sèvres), Frankreich, und Bayeux (Calvados), Frankreich, stammen. Außerdem verglich er sein Material mit der Abbildung eines „*Amm. Brongniarti* Sow." von D'ORBIGNY (1846, 403, Taf. 137, Fig. 1, 2; non 3, 4) und stellte gute Übereinstimmung mit seiner neuen Art fest. Aber weder das Original zu D'ORBIGNY 1846, Taf. 137, Fig. 1, 2) noch Stücke aus der Slg. WAAGEN zur Art *E. polymera* sind mehr vorhanden (siehe auch WESTERMANN 1964, 58—59). WESTERMANN (1964, 59) bezeichnet daher *E. polymera* als nomen dubium. Er verweist in diesem Zusammenhang auf das von MAUBEUGE (1951, 88, Taf. 11, Fig. 1) als *E. polymera* beschriebene Stück von Longwy, französisch-belgische Grenze, und erwägt dieses als Neotyp. In der Maßtabelle auf S. 6 sind die Maße des Fundes von Gosheim denen der Stücke, die D'ORBIGNY (1846), WAAGEN (1867) und MAUBEUGE (1951) zur Verfügung standen, gegenübergestellt. Danach zeigt sich, daß die *E. polymera* von MAUBEUGE (1951, 88, Taf. 11, Fig. 1) — eine Ausnahme macht nur die Größe des Dm (19,6 cm gegenüber 12,8 cm des Originals zu WAAGEN 1867, 605) — sehr gut zu dem paßt, was WAAGEN zu seiner Art angibt. Das vorliegende Exemplar von Gosheim wurde durch das Fehlen des Holotyps und einer Abbildung desselben im Sinne von WESTERMANN (1964, 59) besonders mit dem von MAUBEUGE (1951, 88, Taf. 11, Fig. 1) beschriebenen Exemplar verglichen. Aus diesem Grunde wurde die hier für das Stück gebrauchte Artbestimmung *E. polymera* in Anführungszeichen gesetzt.

Maßtabelle:

Fundort	Fundschicht	Sammlung	Dm	Nw	Wh	Wb	Ur/U
Gosheim, Württ.	unt. Humphr.-Oolith	SMNS Nr. 23690 ¹)	15,6	42	35	33	31
Longwy, NE-Frankr.	Unt.-Bajoc.	IRScNB Nr. 9331 ²)	19,6	46	32	32	29-30
Niort, W-Frankr.	*sauzei*-Zone	BSM (Stück existiert nicht mehr) ³)	12,8	46	26	27	—
Deux Sèvres oder Calvados, Frankr.	Oolite inf.	MHNP (Stück nicht auffindbar) ⁴)	14,1	42	28	29	27

¹) Gemessen wurde im vordersten Drittel der Wk, ca. 2 cm vor der Mündungseinschnürung. Um eine mit den anderen Exemplaren vergleichbare Meßgrundlage zu bekommen, wurde an der Meßstelle die im Nabelbereich besonders dicke Schale entfernt. Die anderen Exemplare sind anscheinend Steinkerne ohne Schale. Die Werte Wh und Wb wurden auf der Schale gemessen, sie sind dementsprechend etwas zu hoch.

²) Die Werte zum Dm und zur Wb basieren auf Textangaben von Maubeuge (1951, 88). Die übrigen Maße wurden der Abbildung entnommen.

³) Maße nach Textangaben von Waagen (1867, 604).

⁴) Die in der Tabelle verwendeten Maße basieren auf Textangaben von d'Orbigny (1846, 404). Es ist festzustellen, daß diese Angaben nicht mit der zu dieser Beschreibung gehörenden Abbildung (d'Orbigny 1846, Taf. 137, Fig. 1, 2) übereinstimmen (siehe auch Westermann 1964, 58).

Der Gosheimer Fund unterscheidet sich von *E. pseudocontrahens* Maubeuge (1951, 85, Taf. 8, Fig. 2) nur durch die weniger rasche Zunahme der Nw im Wk-Bereich und durch die flacheren Flanken. *E. pseudocontrahens* wirkt insgesamt gedrungener. Diese Unterschiede reichen aber evtl. nicht aus, *E. pseudocontrahens* gut von *E. „polymera“* zu unterscheiden. Dies gilt auch für *E. vagabunda* Buckman (1927, Fig. 723 A, B), die aufgrund ihres Erhaltungszustandes nicht genau erkennbar ist und ebensogut eine Innenwindung von *E. „polymera“* sein könnte. Deutlichere Unterschiede bestehen jedoch zu *E. contrahens* Buckman (1927, Fig. 744) durch die erheblich geringere Nw. Von *E. multifida* Buckman (1927, Fig. 733) unterscheidet sich das Gosheimer Exemplar durch die geringere Zahl von Primärrippen und die größere Zahl von Sekundärrippen. *E. bulligera* Buckman (1927, Fig. 732 A, B) besitzt dagegen weniger Hauptrippen und bei *E. pseudomultifida* Maubeuge (1951, 86, Taf. 7, Fig. 7) stehen die Primärrippen dichter und verlaufen deutlich protrakt. Die übrigen von Maubeuge (1961) aufgestellten Arten der Gattung *Emileia* hat schon Westermann (1965, 52) überwiegend als Synonyme älterer beschriebener Formen wie *E. polyschides* (Waag.) oder *E. multifida* Buckman bezeichnet.

Mit anderen unter dem Namen *E. polymera* (Waag.) in der Literatur beschriebenen Ammoniten wurde der Fund von Gosheim nicht verglichen. So gehören wohl das „*Sphaeroceras polymerum* Waag“. von Möricke (1894, 23, Taf. 2, Fig. 1) aus den *sauzei*-Kalken von Chile und die *E.* cf. *polymera* von Fallot & Blanchet (1923, 169, Taf. 4, Fig. 4) evtl. sogar aus dem Bathonium des Juras der Provinz von Tarragona, Spanien, nicht zu der von Waagen (1867) aufgestellten Art. GÉCZY (1967, 235, Taf. 61, Fig. 1) beschrieb mit *E. polymera ampla* GÉCZY eine neue Unterart aus dem Bajocium des Bakony Gebirges, Ungarn. Die dazu vorliegende Abbildung zeigt ein Exemplar, welches sich aufgrund seines Erhaltungszustandes nur mit größtem Vorbehalt mit *E. polymera* (WAAG.) vergleichen läßt. Über die Mitteilung von weiteren Ammoniten, die als *E. polymera* (WAAG.) bestimmt wurden, gibt GÉCZY (1967, 236) eine ausführliche Literaturliste.

Fundort: Gosheim/Württ., Slg. Huss 1935.

Fundschicht: Der oben beschriebene Ammonit wurde in der Sammlung des SMNS entdeckt. Es fehlen genaue Angaben zu seinem Fundhorizont. Noch anhaftende Reste des Einbettungsgesteins und das Füllsediment der Wk lassen aber erkennen, daß das Stück aus dem tiefsten Teil des Humphriesianum-Ooliths stammen muß. Dieser ist in der Gegend von Gosheim durch feinkörnigen Eisenoolith charakterisiert, der in wolkiger Verteilung in einem spätigen, blaugrauen und sehr harten Kalk bis Kalkmergel auftritt. Der untere Teil des Humphriesianum-Ooliths von Gosheim unterscheidet sich vom höheren dadurch, daß der Gehalt an Eisenooiden nach oben zunimmt und das Gestein insgesamt mergeliger wird. Außerdem werden nach oben die Ooide größer, und ihre Farbe wechselt von hellbraun nach dunkelrostrot. Das Sammlungsetikett, vom Sammler selbst geschrieben, trägt den Vermerk „Braunjura δ, Gosheim (Slg. Huss 1935)“.

3. Stratigraphie

3. 1. Das Profil von Gosheim

Das in Abb. 3 dargestellte und im folgenden beschriebene und erläuterte Profil wurde am südlichen Ortsrand von Gosheim/Württ. an der ehemaligen Bahnlinie beim Au-Tunnel aufgenommen. An dieser Stelle nahmen schon FISCHER (1924) und WEISERT (1932) Profile auf. Zur Profilaufnahme von FISCHER (1924) ergaben sich jedoch Unterschiede, und WEISERT (1932) hat keine Angaben zur Schichtenfolge im Bereich der γ/δ-Grenze gemacht. Aus diesem Grunde wird dieses Profil hier nochmals vorgestellt (Numerierung der Schichten und Mächtigkeiten s. Abb. 3):

(5) Humphriesianum-Oolith: kalkmergeliger bis mergeliger Eisenoolith von rostroter Farbe. Die Ooidführung wird nach unten geringer. Außerdem sind in diesem Bereich die Ooide kleiner, von hellbrauner Farbe und treten nur noch wolkenartig angereichert auf. Der Humphriesianum-Oolith ist an seiner Basis auffallend spätig (viele Echinodermenreste) ausgebildet.

(4) Spathulatus-Bank: schwach oolithischer, feinsandiger und spätiger Kalkstein von blaugrauer Farbe. Die Ooide sind sehr feinkörnig, von hellbrauner Farbe und meistens wolkenartig angereichert. Dieser Horizont führt auffallend häufig eine glatte, flache Pecten [*Entolium „spathulatum“* (ROEMER) = nach STAESCHE (1925) eine Variante von *Entolium demissum* (PHILL.)], Echinodermenreste und selten Ammoniten. Die Bank wird nach oben mergeliger. Sie wird im Sinne von SCHMIERER (1925) nach dem Vorkommen von *Entolium „spathulatum“* (ROEMER) wie im Raum Hechingen ebenfalls Spathulatus-Bank genannt. ENGEL (1908, 322 u. 327: Profil) beschreibt erstmals eine Schicht mit *„Pecten spathulatus“* und nennt sie im Gegensatz zu der des Braunjuras unter-γ „zweite Pectinitenbank“. Er stellt sie fälschlicherweise in den Braunjura mittel-δ. SCHMIERER (1925, 40) nennt diese Schicht dann Spathulatus-Bank und stellt sie richtigerweise in den Braunen Jura unter-δ, da sie oolithisch ist und unmittelbar auf die Blaukalke folgt (siehe S. 9 u. Abb. 4).

(3) Tonmergelhorizont von blaugrauer Farbe, feinsandig, glimmrig und Muschelgrus führend.

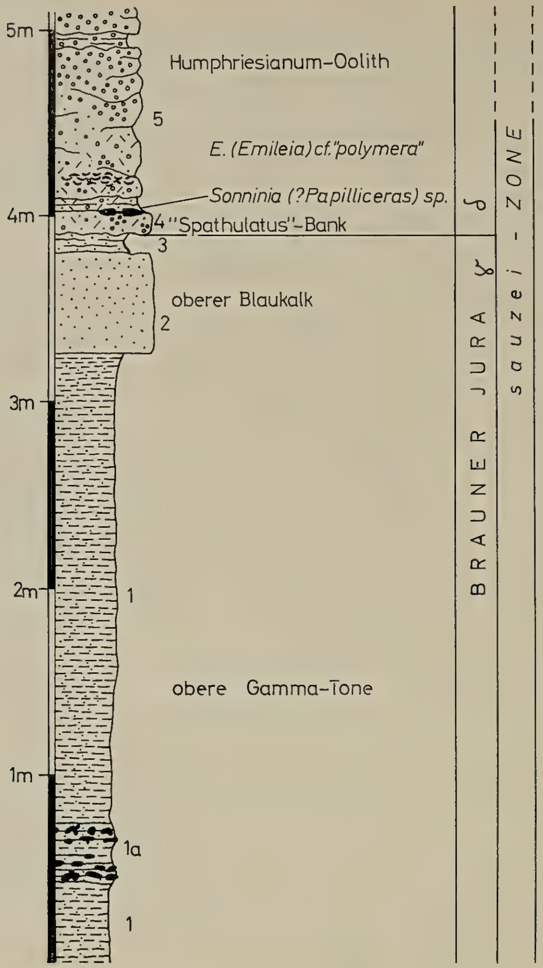

5m
4m
3m
2m
1m
Humphriesianum-Oolith
5
E. (Emileia) cf. "polymera"
Sonninia (?Papilliceras) sp.
4 "Spathulatus"-Bank
3
oberer Blaukalk
2
1
obere Gamma-Tone
1a
1
δ
BRAUNER JURA γ
sauzei - ZONE

Abb. 3. Profil der Braunjura *γ*/*δ*-Grenzschichten (Unt.-Bajocium, *sauzei*-Zone) von Gosheim/Württ. Die einzelnen Schichten werden auf S. 7 ss. beschrieben.

(2) oberer Blaukalk: dichter Kalksandstein von blaugrauer Farbe, leicht glimmrig. In Anlehnung an A. Rieber (1922), der im Raum Bahlingen einen entsprechenden Horizont „oberer Blaukalk" nannte, wird hier diese Schicht mit dem gleichen Namen bezeichnet.

(1) obere Gamma-Tone: Tonstein oder Tonmergel von dunkelgrauer bis blaugrauer Farbe, feinsandig und glimmrig.

Etwa 2 1/2 m unter Schicht 2 (oberer Blaukalk) ist ein rostfarbener, sandiger und ebenfalls glimmriger Mergelhorizont (1a) eingeschaltet, der geodenartige Kalkmergel-Knollen führt. Diese könnten aufgrund ihrer Form z. T. verhärtete Ausfüllungen von Grabgängen sein. Vereinzelt finden sich in diesem Horizont nesterartig angereichert Muschelsteinkerne. Diese den oberen Blaukalk unterlagernden Ton- und Tonmergelsteine werden zur Unterscheidung von den tieferen Gamma-Tonen des Wedelsandstein-Bereichs hier obere Gamma-Tone genannt.

3.2. Zur Altersstellung der Braunjura γ/δ-Grenze von Gosheim im Vergleich mit den Nachbargebieten

Mit dem Fund von *S. (? Papilliceras)* sp. in der Spathulatus-Bank von Gosheim und der Tatsache, daß Ammoniten wie die vorliegende *E. (Emileia)* cf. *„polymera“* und ähnliche Formen noch im unteren Teil des Humphriesianum-Ooliths vorkommen, sind deutliche Hinweise gegeben, daß die *sauzei*-Zone zumindest im Gebiet von Gosheim bis in den letztgenannten Horizont hinaufreichen kann. Wenn auch die vorliegende *Sonninia* nicht mit Sicherheit zur Untergattung *Papilliceras* gestellt werden kann — die Untergattung *Papilliceras* reicht nach bisheriger Kenntnis nicht über die *sauzei*-Zone hinaus —, so handelt es sich bei ihr doch um eine Form, die eher in der *sauzei*-Zone als in der nächsthöheren Zone, der *humphriesianum*-Zone, zu suchen ist.

Von *E. (Emileia) polymera* dagegen kennt man bisher als Fundniveau nur die *sauzei*-Zone (z. B. BUCKMAN 1927, Fig. 744 A, B, u. 733; GABILLY et al. 1971, 11; PARSONS 1974, Abb. 4). Der vorliegenden *E. (Emileia)* cf. *„polymera“* ähnliche Formen, wie sie sich zum Beispiel bei MAUBEUGE (1951) finden, werden z. T. von diesem in den Übergangsbereich *sauzei-/humphriesianum*-Zone gestellt.

In den von A. RIEBER (1922) in der Gegend von Zillhausen bei Balingen untersuchten Profilen scheint die *sauzei*-Zone ebenfalls bis in den Braunen Jura δ hinaufzureichen. Nach A. RIEBER (1922, 64) lag *„Sphaeroceras sauzei* zusammen mit den Unter-δ-Oolithen bei Zillhausen“. Die Unter-δ-Oolithe umfassen nach A. RIEBER (1922) im Raum Balingen an der Basis die Bank der *„Pecten spathulatus“* und die unmittelbar darüber liegenden geringmächtigen Eisenoolithe, auf die dann der Giganteus-Ton folgt (s. auch Abb. 4).

Auch im Raum Hechingen scheint die *sauzei*-Zone bis in den Unter-δ-Oolith hinaufzureichen. A. RIEBER (1922, 65) gibt von dort aus der Spathulatus-Bank eine *„Emileia Gervillei grandis“* an. HAHN (1975, 30 u. Abb. 10) vermutet ebenfalls schon die *sauzei*-Zone in dem geringmächtigen Oolith unmittelbar über den Blaukalken dieser Gegend. So fand er bei Beuren in diesem Horizont eine *„Dorsetensia patella patella“* und erwähnt eine von U. BAYER am Firstberg bei Öschingen gefundene *Emileia* sp., die direkt über der letzten Blaukalk-Bank lag. SCHMIERER (1925, 40) beschreibt die Schichtenfolge dieser Gegend im Übergangsbereich Braunjura γ/δ anhand des Profils von Thanheim beim Hohenzollern von unten nach oben wie folgt: Blaukalke, Spathulatus-Bank, Giganteus-Ton (s. auch Abb. 4).

Aufgrund der im untersten Humphriesianum-Oolith bestehenden Ammonitenarmut und der damit verbundenen Schwierigkeit, horizontierte Leitfossilien zu finden, ist eine genaue Festlegung der Grenze *sauzei-/humphriesianum*-Zone im untersuchten Profil von Gosheim bisher nicht möglich. Zudem wird die Grenze *sauzei-/humphriesianum*-Zone in der neuesten Literatur nicht einheitlich gezogen.

Nach HUF (1968) und PARSONS (1977) u. a. beginnt die *humphriesianum*-Zone mit der *romani*-Subzone. PARSONS (1977, Abb. 3) gibt aus der *romani*-Subzone der Scarborough Formation/NE-Yorkshire, England, neben anderen Ammoniten insbesondere *Dorsetensia liostraca, D. subtecta, D.* aff. *deltafalcata* an. Eine *Dorsetensia* der *liostraca-subtecta*-Gruppe (SMNS Nr. 23 697) hat kürzlich K. H. SPIETH, Stuttgart, im Untersuchungsprofil von Gosheim gefunden.

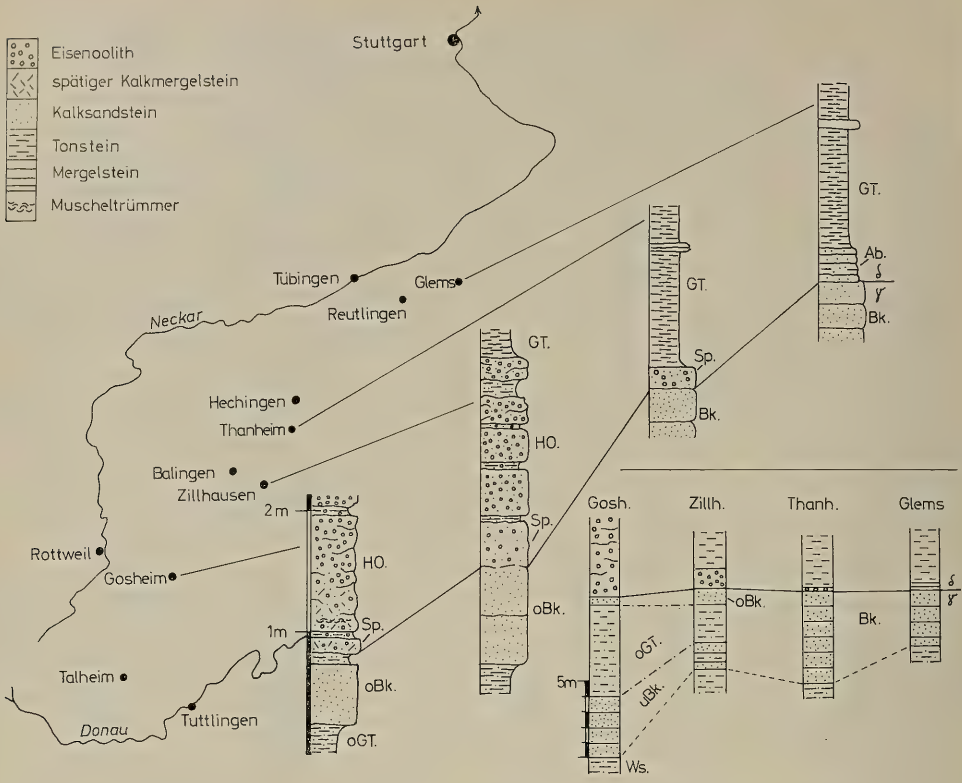

Eisenoolith
spätiger Kalkmergelstein
Kalksandstein
Tonstein
Mergelstein
Muscheltrümmer
Stuttgart
Tübingen
Glems
Reutlingen
Neckar
Hechingen
Thanheim
Balingen
Zillhausen
Rottweil
Gosheim
Talheim
Tuttlingen
Donau
2 m
1m
HO.
Sp.
oBk.
oGT.
GT.
HO.
Sp.
oBk.
GT.
Sp.
Bk.
GT.
Ab.
δ
γ
Bk.
Gosh.
Zillh.
Thanh.
Glems
oBk.
Bk.
δ
γ
oGT.
uBk.
5m
Ws.

Abb. 4. Profilserie der Braunjura γ/δ-Grenzschichten entlang des Fußes der Schwäbischen Alb (Profil Gosheim nach eigenen Aufnahmen, Profil Zillhausen nach A. Rieber 1922, Profil Thanheim nach Schmierer 1925, Profil Glems nach Buck, Hahn & Schädel 1966 und Scholz 1966). Die Übersichtsprofile (rechts unten) zeigen die jeweilige Schichtenfolge des Braunjura ober-γ und deren Parallelisierung in lithostratigraphischem Sinne.

GT. = Giganteus-Ton
HO. = Humphriesianum-Oolith
Sp. = Spathulatus-Bank
Ab. = Abraumschicht
Bk. = Blaukalke
oBk. = oberer Blaukalk
uBk. = unterer Blaukalk
oGT. = obere Gamma-Tone
Ws. = Wedelsandsteine

Dieser Fund stammt mit Sicherheit noch aus dem unteren Teil des Humphriesianum-Ooliths, wahrscheinlich nur wenige Zentimeter über dem vermuteten Fundniveau der *E. (Emileia)* cf. *„polymera“* (Waag.). Damit würde im Raum Gosheim die *humphriesianum*-Zone noch im tieferen Teil des Humphriesianum-Ooliths einsetzen. Diese *Dorsetensia* der *liostraca-subtecta*-Gruppe weist außerdem daraufhin, daß zumindest ein Teil des tieferen Humphriesianum-Ooliths das stratigraphische Äquivalent der Dorsetensien-reichen Muschelknollenlagen des Giganteus-Tones der mittleren Schwäbischen Alb darstellt. Ähnlich ist die

Situation in Zillhausen bei Balingen. Von dort gibt A. RIEBER (1922, 64) aus den Eisenoolithen über der Spathulatus-Bank *Dorsetensia deltafalcata* (QUENST.) an.

Nach MORTON (1976, 31 u. Abb. 2) dagegen gehören die tiefsten Dorsetensien sogar noch zur *sauzei*-Zone. Sie kommen in Westschottland mit Stephanoceraten der *nodosum*-Gruppe in der von ihm vorgeschlagenen *hebridica*-Subzone gemeinsam vor. Die *hebridica*-Subzone, benannt nach *Dorsetensia hebridica* MORTON, ist nach MORTON (1976) die oberste Subzone der *sauzei*-Zone. Eine ähnliche Ammonitenvergesellschaftung wie sie MORTON (1976) von Westschottland aus der *hebridica*-Subzone angibt, scheint auch in Gosheim im tieferen Humphriesianum-Oolith vorzukommen. So finden sich dort neben der oben erwähnten *Dorsetensia* ebenfalls Stephanoceraten der *nodosum*-Gruppe. WEISERT (1932, Profil zwischen S. 184 u. 185) gibt *Stephanoceras nodosum* (QUENST.) in seinem Profil von Gosheim nicht an. Sein tiefster Ammonit im Humphriesianum-Oolith ist *Stephanoceras macrum* (QUENST.), der etwa 1,5 m über der Spathulatus-Bank auftritt. Wenn man nach MORTON (1976) die Grenze *sauzei-/humphriesianum*-Zone zieht, so liegt diese im Profil höher. Sie läge aber wahrscheinlich ebenfalls noch im tieferen Teil des Humphriesianum-Ooliths.

Aufgrund des oben dargelegten Unter-Bajocium-Alters (*sauzei*-Zone) der Spathulatus-Bank von Gosheim sind die darunterliegenden Schichten, wie oberer Blaukalk und die sie unterlagernden Tone, die FRANK (1945) als „Giganteustone“ bezeichnet, zumindest gleichen Alters. Zieht man die γ/δ-Grenze nach der Art QUENSTEDTS (1843; 1856) — sie ist eine Kombination von Lithostratigraphie und Biostratigraphie — so muß der obere Blaukalk von Gosheim aufgrund seines Gesteinscharakters und seines Alters zum γ gerechnet werden. Dies gilt natürlich dann auch für die den oberen Blaukalk unterlagernden „Giganteustone“ FRANKS (1945), die hier in obere Gamma-Tone umbenannt werden (siehe auch S. 8). Nur so lassen sich Verwechslungen mit dem von QUENSTEDT (1843; 1856) in der mittleren Schwäbischen Alb ausgeschiedenen eigentlichen Giganteus-Ton vermeiden (siehe auch Abb. 3). In der mittleren Schwäbischen Alb liegt der Giganteus-Ton über den Blaukalken und ist auch biostratigraphisch jünger als die „Giganteustone“ FRANKS (1945) von Gosheim. FRANK (1945) glaubte in seinen „Giganteustonen“ von Gosheim sogar das zeitliche Äquivalent zum Giganteus-Ton QUENSTEDTS in Mittelwürttemberg zu sehen, obwohl er selbst mehrfach auf den Widerspruch zwischen seiner und der im Nachbargebiet von Balingen gegebenen Gliederung A. RIEBERS (1922) aufmerksam machte.

Es wird hier also im Sinne von SCHMIERER (1925) und A. RIEBER (1922) die γ/δ-Grenze an die Basis der Spathulatus-Bank gelegt, in der erstmals Eisenooide auftreten. FISCHER (1924) und BERZ (1933; 1936) legten die γ/δ-Grenze ähnlich, nur stellten sie den oberen Blaukalk von Gosheim in den Braunen Jura δ (siehe auch Tab. 1). Anscheinend orientierte sich FRANK (1945) mit seiner γ/δ-Grenzziehung im Raum Gosheim ausschließlich an FISCHER (1912, 47) und ENGEL (1908, 327). Der Hinweis auf einen „Giganteus-Ton“ im Raum Gosheim in DIETL (1977, 15) basiert auf den Angaben von FRANK (1945).

Nach den oben dargelegten Ergebnissen gibt es also im Raum Gosheim keinen Giganteus-Ton. Dies gilt auch für die sich südwärts anschließenden Gebiete um Talheim am Lupfen. Auch dort — wie ein Aufschluß östlich Talheim, entstanden 1977 beim Bau einer Brunnenstube zeigt —, liegt im γ/δ-Grenzbereich von unten nach oben folgende Schichtenfolge vor: obere Gamma-Tone, oberer Blau-

<table>
<tr><td colspan="2">BRAUNJURA γ</td><td colspan="2">δ</td><td></td></tr>
<tr><td>obere Gamma-Tone</td><td>oberer Blaukalk</td><td><i>Spathulatus</i>-Bank</td><td><i>Humphriesianum</i>-Oolith</td><td>DIETL 1978</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Giganteustone</td><td colspan="3"><i>Humphriesi</i>-Schichten oder Ostreenkalk</td><td rowspan="2">FRANK 1945</td></tr>
<tr><td>Kalksandstein</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">sogen. Giganteustone</td><td colspan="3">Ostreenkalke</td><td rowspan="2">BERZ 1933</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lage mit <i>Pecten spathulatus</i></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tone mit Myaciten</td><td colspan="3">Ostreenkalke</td><td rowspan="2">FISCHER 1924</td></tr>
<tr><td>Kalkmergel u. sandige Kalkbank</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Giganteustone</td><td colspan="3">Oolithe und Ostreenkalke</td><td>FISCHER 1912</td></tr>
<tr><td><i>Giganteus</i>-Tone</td><td colspan="3"><i>Humphriesianus</i>-Lager</td><td>ENGEL 1908</td></tr>
</table>

Tab. 1. Die Braunjura γ/δ-Grenzziehung bei Gosheim/Württ. in der Literatur.

kalk, Humphriesianum-Oolith. Eine Spathulatus-Bank an der Basis der Eisenoolithe konnte dort bisher nicht ausgeschieden werden, obwohl schon Berz (1936) von dort *„Pecten spathulatus“* als besonders häufig angab.

Nordöstlich von Gosheim dagegen, im Raum Balingen bei Zillhausen, wo der Unter-δ-Oolith nur sehr geringmächtig ist, findet sich ein noch relativ mächtiger Giganteus-Ton (A. Rieber 1922). Noch weiter nordwärts, am Hohenzollern, reduziert sich der Unter-δ-Oolith auf die Spathulatus-Bank; er wird auch dort vom Giganteus-Ton überlagert (Schmierer 1925).

Der Giganteus-Ton nimmt also, ausgehend von seinem Typusgebiet in der mittleren Schwäbischen Alb, nach Südwesten hin an Mächtigkeit ab und verschwindet bei Gosheim vollkommen. Sein zeitliches Äquivalent sind Teile des tieferen Humphriesianum-Ooliths (siehe auch S. 10 u. Abb. 4).

Mit der von Frank (1945) verschiedenen γ/δ-Grenzziehung im Raum Gosheim ergibt sich auch ein von seinen Darstellungen abweichendes Bild der lithostratigraphischen Zusammenhänge zwischen den Blaukalken der mittleren Schwäbischen Alb und denen der Südwestalb. Danach spalten sich z. B. die mächtigen Blaukalke von Glems, Reutlingen und Thanheim bei Balingen in einen oberen und einen unteren Blaukalk (A. Rieber 1922). Dazwischen schieben sich die oberen Gamma-Tone, die in der Gegend von Gosheim nach Angaben von Fischer (1924, 104) — er nennt sie dort „Tone mit Myaciten“ — auf 6 m Mächtigkeit anwachsen können. Sie werden dort vom unteren Blaukalk unterlagert, der bei Gosheim ca. 4 m mächtig ist und nach Fischer (1924, 104) an Ammoniten *Emileia polyschides, Otoites* sp. und *Sonninia* sp. führt. Damit reicht bei Gosheim die *sauzei*-Zone zumindest vom unteren Blaukalk bis zum tiefsten Teil des Humphriesianum-Ooliths.

4. Literatur

BERZ, K. C. (1933): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 7818 Wehingen-Wilflingen. 91 S., 4 Abb.; Stuttgart.

— (1936): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 7918 Spaichingen. 135 S., 5 Abb.; Stuttgart.

BUCK, E., HAHN, W. & SCHÄDEL, K. (1966): Zur Stratigraphie des Bajocium und Bathonium (Dogger δ—ε) der Schwäbischen Alb. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 8, 23—46, Abb. 5—6, Taf. 4—9; Freiburg i. Br.

BUCKMAN, S. S. (1909—1930): Yorkshire Type Ammonites. 7 Bde., 790 Taf.; London (Wesley & Son).

DIETL, G. (1977): The Braunjura (Brown Jurassic) in Southwest Germany. — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **25**, 41 S., 14 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Stuttgart.

ENGEL, TH. (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Aufl., 645 S., 265 Abb., 6 Taf., 1 Kt., 5 Suppl.; Stuttgart (E. Schweizerbart).

FALLOT, P. & BLANCHET, F. (1923): Observation sur la faune des terrains Jurassiques de la région de Cardó et de Tortosa. — Treb. Inst. Catalana Hist. natur., **1921—1922**, 73—260, 13 Abb., 13 Taf.; Barcelona.

FISCHER, H. (1912): Beiträge zur Geologie von Rottweils Umgebung. — Wiss. Beil. Jb. K. Gymnasiums Rottweil, **1912**, 63 S.; Rottweil.

— (1924): Zur Stratigraphie des Doggers bei Gosheim (Rottweil-Spaichinger Gegend). — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **13**, 97—109; Stuttgart.

FRANK, M. (1945): Die Schichtenfolge des mittleren Braunen Jura (γ/δ, Bajocien) in Württemberg. — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **31** (1942), 1—32, 7 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.

GABILLY, J., CONTINI, D., MOUTERDE, R. & RIOULT, M. (1971): Bajocien. — In: MOUTERDE, R., ENAY, R., CARIOU, É., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J., MANGOLD, CH. MATTEI, J., RIOULT, M., THIERRY, J. & TINTANT, H.: Les zones du Jurassique en France. — C. R. somm. Séances Soc. France **6**, 27 S.; Nancy.

GÉCZY, B. (1967): Ammonoides Jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. — Geologica Hungarica, Ser. Palaeont., **35**, 413 S., 3112 Abb., 1 Tab., 65 Taf.; Budapest.

GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1962): Der Schwäbische Jura. — Samml. geol. Führer, 40, 452 S., 46 Abb., 4 Suppl.; Berlin (Gebr. Borntraeger).

— (1968): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. 2. Aufl., 228 S., 73 Abb., 7 Tab., 11 Taf.; Stuttgart.

HAHN, W. (1975): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 7620 Jungingen. 89 S., 16 Abb., 5 Taf.; Stuttgart.

HALLAM, A. (1975): Jurassic Environment. 269 S., 71 Abb., 9 Tab.; Cambridge (Cambridge Univ. Press).

HUF, W. (1968): Über Sonninien und Dorsetensien aus dem Bajocium von Nordwestdeutschland. — Beih. geol. Jb., **64**, 126 S., 6 Abb., 51 Taf.; Hannover.

MAUBEUGE, P. L. (1951): Les Ammonites du Bajocien de la région Frontière Franco-Belge. — Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, Mém. (2) **42**, 103 S., 9 Abb., 16 Taf.;Brüssel.

— (1961): Catalogue des Ammonites du Jurassique inférieur et moyen (Hettangien à Bathonien) du Musée cantonal de Bâle—Campagne. — Tätigkeitsber. naturf. Ges. Baselland, **22**, 27—163, 81 Abb., 1 Tab.; Liestal.

MÖRICKE, W. (1894): Versteinerungen des Lias und Unteroolith von Chile. — N. Jb. Miner. Geol. Paläont., Beil.-Bd., **9**, 1—100, Taf. 1—6; Stuttgart.

MORTON, N. (1975): Bajocian Sonniniidae and other ammonites from western Scotland. — Palaeontology, **18/1**, 41—91, 8 Abb., Taf. 6—17; London.

— (1976): Bajocian (Jurassic) stratigraphy in Skye, Western Scotland. — Scott. J. Geol., **12/1**, 23—33, 2 Abb.; Edinburgh.

OECHSLE, E. (1958): Stratigraphie und Ammonitenfauna der Sonninien-Schichten des Filsgebietes unter besonderer Berücksichtigung der *Sowerbyi*-Zone (Mittlerer Dogger, Württemberg). — Palaeontographica, A, **111**, 47—129, 8 Abb., 19 Tab., Taf. 10—20; Stuttgart.

ORBIGNY, A. DE (1842—1851): Terrains jurassiques. 1. Céphalopodes. 642 S., 234 Taf.; Paris.

PARSONS, C. F. (1974): The *sauzei* and „so called" *sowerbyi* Zones of the Lower Bajocian. — Newsl. Stratigr., **3/3**, 153—180, 4 Abb., 2 Tab.; Leiden.

— (1977): A stratigraphic revision of the Scarborough Formation. — Proc. Yorkshire Geol. Soc., **41/2**, Nr. 20, 203—222, 4 Abb., Taf. 13—14; Hull.

QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Würtembergs. 1. Aufl., 558 S.; Tübingen (H. Laupp).

— (1856—58): Der Jura. 842 S., 3 Tab., 100 Taf.; Tübingen (H. Laupp).

RIEBER, A. (1922): Die neuen Braunjura-Aufschlüsse bei Zillhausen im Vergleich mit den Nachbargebieten. — Diss. Univ. Tübingen. — [Mskr.]

SCHMIERER, TH. (1925): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 7619 Hechingen (Bodelshausen). 67 S., 10 Abb.; Berlin.

SCHOLZ, H. (1966): Braunjuraprofil bei Glems (Kreis Reutlingen) am Fuße der Schwäbischen Alb, aufgenommen beim Bau des Pumpspeicherwerkes Glems in den Jahren 1963—1964, und Beiträge zur Kenntnis des Braunjuras zwischen Echaz und Erms. — Dipl.-Arb. Univ. Tübingen. — [Mskr.]

STAESCHE, K. (1925): Die Pectiniden des Schwäbischen Jura. — Geol. Paläont. Abh. Jena, **15**, 136 S., 12 Abb., 6 Taf.; Jena.

WAAGEN, W. (1867): Über die Zone des Ammonites Sowerbyi. — Geogn.-paläont. Beitr., 1/3, Teil 2, 509—713, Taf. 24—34; München.

WEISERT, K. (1932): *Stephanoceras* im Schwäbischen Braunen Jura delta. — Palaeontographica, A, **76**, 121—191, 44 Abb., 10 Tab., Taf. 15—19; Stuttgart.

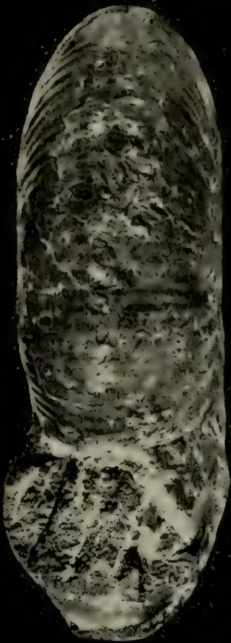
WESTERMANN, G. (1964): Sexual-Dimorphismus bei Ammonoideen und seine Bedeutung für die Taxionomie der Otoitidae (einschließlich Sphaeroceratinae; Ammonitina, M. Jura). — Palaeontographica, A, **124**/1—3, 33—73, 14 Abb., 5 Beil., Taf. 6—9; Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerd Dietl, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, Arsenalpl. 3, D-7140 Ludwigsburg.

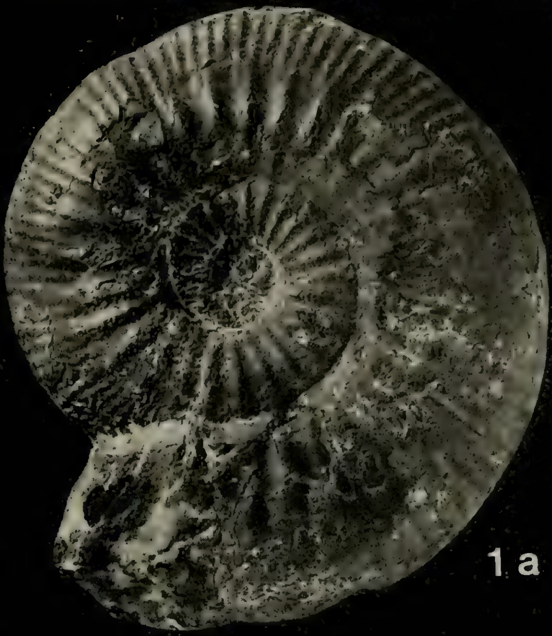
Tafel 1

Fig. 1. *Emileia (Emileia)* cf. *„polymera"* (WAAGEN). Vollständiges Exemplar in Schalenerhaltung.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht.
Unter-Bajocium (*sauzei*-Zone), wahrscheinlich tiefster Humphriesianum-Oolith (Brauner Jura δ). Gosheim/Württ. SMNS Nr. 23690, Slg. HUSS 1935. — x 1/2.

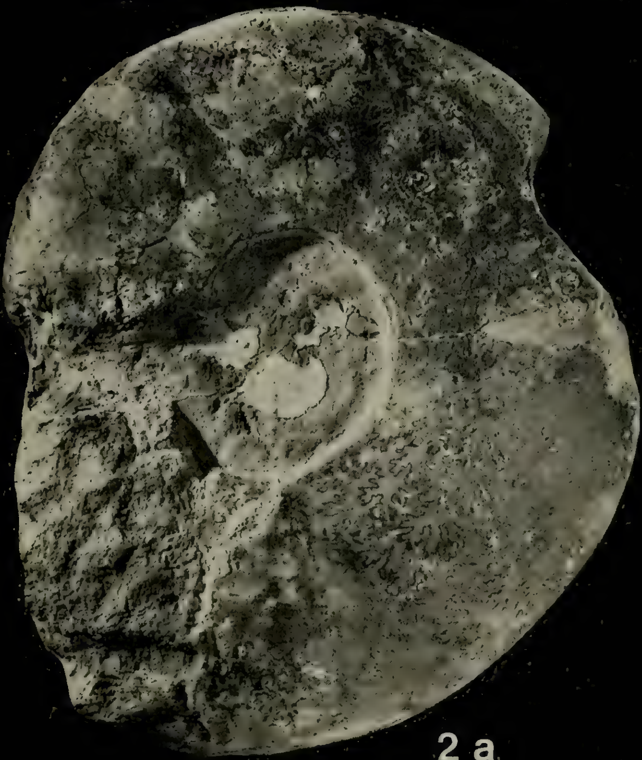
Fig. 2. *Sonninia (?Papilliceras)* sp. Steinkern noch fast vollständig gekammert.
a: Lateralansicht, b: Ventralansicht.
Unter-Bajocium (*sauzei*-Zone), Spathulatus-Bank (Brauner Jura δ). Gosheim/Württ. SMNS Nr. 23691. — x 1/3.



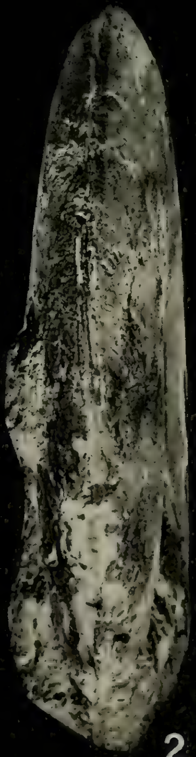
1 b



1 a



2 a



2 b

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 37 Stuttgart 1978

DE
937

Beobachtungen zur Ökologie von Kieselspongien aus dem Weißen Jura der Schwäbischen Alb

Von Walter Müller, Eßlingen.

Mit 5 Tafeln und 6 Abbildungen

Zusammenfassung

Einige gut erhaltene Fundstücke von Jura-Kieselschwämmen erlauben Aussagen zur Ökologie dieser Organismen. Mit Beispielen kann belegt werden, daß sie nicht mazerierte Schwammskelette besiedelten, sondern solche Schwämme, die bereits mumifiziert und damit verhärtet, also präfossil waren.

Weiter werden Beobachtungen von unterbrochenem Wachstum und partiellem Absterben, von Sekundär- und Pseudoparagasterbildung mitgeteilt. Außerdem wird ein neuer, monactiner Schwamm vorgestellt, der vermutlich als Parasit innerhalb anderer Schwammkörper lebte.

Summary

Some well preserved specimens of siliceous sponges of the Upper Jurassic give informations about the ecology of these organisms. The examples show that siliceous sponges did not grow on mazerized skeletons of other sponges but on those which were already mumified, i. e. prefossil.

Farther there are contributed observations about the interrupted growth, the partial die off and about the development of a second and a pseudo-cloaca.

Moreover a new monactine sponge is presented which was living perhaps as a parasite in other sponges.

Einleitung

Unter den vielen vom Verfasser aufgesammelten Weißjura-Kieselschwämmen befinden sich zahlreiche Exemplare, die, wie es scheint, mit anderen Schwämmen verwachsen sind. Die nähere Untersuchung ergibt jedoch meist, daß es sich um zufällige Anhäufung fossiler Körper handelt. Echte Beziehungen zwischen einzelnen Individuen lassen sich nur bei etwa 50 Fundstücken rekonstruieren. Sie sollen Gegenstand dieses Berichts sein.

Zur Beobachtung wurden von den Fossilien hauptsächlich Anschliffe und Folienabzüge hergestellt, die — darauf konnte der Verfasser schon bei anderer Gelegenheit hinweisen — ein vorzügliches Hilfsmittel darstellen für die Untersuchung solcher Weißjura-Kieselschwämme, deren Skelett verkalkt ist und sich daher nicht auf die übliche Weise mit Salzsäure herausätzen läßt. Folienabzüge, wie Diapositive oder fotografische Negative verwendet, ergeben bis zur 25-fachen linearen Vergrößerung brauchbare Abbildungen, die im Gegensatz zu Mikroaufnahmen von Dünnschliffen nicht nur Ausschnitte, sondern die Schwämme in ihrer ganzen Übersicht zeigen. Sie lassen viele Einzelheiten des Skeletts erkennen, aber auch Größe, Richtung und Verlauf der Kanäle, und sind so selbst für systematische Arbeiten geeignet. Außerdem erlauben sie, wie im Folgenden zu zeigen versucht wird, Beobachtungen zur Ökologie und Stratonomie. Gegenüber dem von SEILACHER (1956) bei den Sphinctozoen angewandten Lackfilmverfahren ist das Herstellen von Folienabzügen schneller und einfacher. Als Folie wurde Triafol 0,05 mm und als Lösungsmittel Methylazetat verwendet.

Das untersuchte Material stammt ausschließlich aus dem Oxfordium und Kimeridgium der Schwäbischen Alb. Nähere Angaben über die Fundorte sind vorangegangenen Aufsätzen zu entnehmen (MÜLLER 1972 u. 1974). Die Belege werden dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart übergeben.

1. Anheftung

Kieselschwämme als Organismen des sessilen Benthos benötigen einen Untergrund, auf dem sie sich festheften oder verankern können. Dies kann nach RAUFF (1893) geschehen durch einfaches Aufwachsen mit der Basis (basiemphyt), mit einer stielartig verlängerten Basis (kaulophyt) oder mit einer Seitenfläche (pleuremphyt). Auch saugnapfartig verbreiterte Fußscheiben (plakophyt) oder wurzelig zerschlitzte Ausläufer (rhizophyt) kommen vor und schließlich das umfassende Umwachsen von fremden Gegenständen (periphyt). In all diesen Fällen treten keine besonders differenzierten, der Befestigung dienenden Spiculae auf. Die Haftung wird durch Aufkitten mittels organischer Substanz erreicht; dies setzt voraus, daß die Unterlage hart ist. Solche Schwämme finden im Schlamm keinen Halt, sondern siedeln auf Stein, Holz, Tonscherben, Muschelschalen, Korallenskeletten oder auf stark verfestigtem Sediment.

Im Gegensatz hierzu bilden Schwämme, die auf weichem oder lockerem Sediment leben, Zöpfe oder Büschel aus langen, monactinen Nadeln aus, mit deren Hilfe sie sich im Grund verankern. Nach MARSHALL (zit. in RAUFF 1893) wird diese Art der Befestigung lophophyt genannt.

Der Frage nach der Anheftung der fossilen Jura-Spongien haben die bisherigen Autoren meist wenig Gewicht beigemessen. Die Angaben sind spärlich, oft ungenau und sich widersprechend, so daß präzise Angaben nur für wenige Gattungen gemacht werden können.

Aus der Literatur (QUENSTEDT 1878, ZITTEL 1878, KOLB 1910, OPPLIGER 1915 und 1926, SCHRAMMEN 1936 und ZIEGLER 1962) ist zu entnehmen:

Pachyteichisma ZITT., *Trochobolus* ZITT., *Phanerochiderma* SCHR., *Sporadopyle* ZITT. und *Feifelia* SCHR. werden als kurz gestielt oder sitzend bezeichnet. *Thyridium* SCHR., *Rhopalicus* SCHR., *Erineum* SCHR., *Cnemidiastrum* ZITT., *Cytoracea* SCHR., *Sphenaulax* ZITT., *Porospongia* ZITT., *Hyalotragos* ZITT., *Discostroma* ZITT. und *Pyrgochonia* ZITT. sind angeblich kurz gestielt. Man ist im Zweifel, ob man diese Formen schon kaulophyt nennen darf, denn die „Stiele“ sind nur die dünn ausgezogenen, zugespitzten Basen, zwar noch ohne Kanalsystem, aber vom eigentlichen Körper nicht sichtbar getrennt. Auch wachsen dieselben Schwämme mitunter mit breiter Basis auf wie z. B. *Pyrgochonia acetabulum* in Taf. 1, Fig. 2.

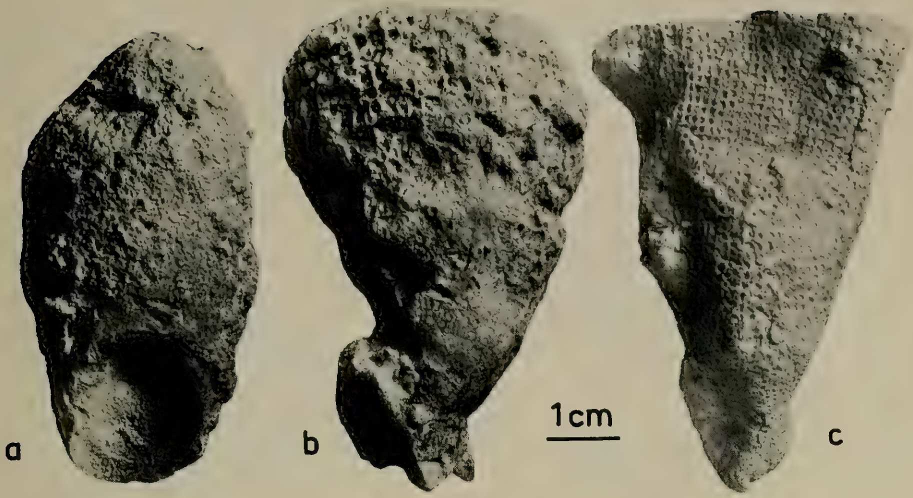


Abb. 1. Weißjura-Kieselschwämme mit erhaltener Ansatzstelle.
a. *Cylindrophyma milleporata* (GOLDF.). Große basale Anwachsfläche (basiemphyt), als Unterlage diente die konvexe Seite einer feinradial gestreiften Muschelklappe. — Weißjura Unter-Gamma, Bäratal.
b. *Craticularia paradoxa* (GOLDF.). Ausbildung einer Fußscheibe (plakophyt), aufgewachsen auf steil geneigter Fläche. — Weißjura Gamma, Hägle bei Oberdigisheim.
c. *Craticularia cuspidata* OPPLIGER. Dünner, kurzer Stiel, der in einer knopfförmigen Fußscheibe endet (plakophyt). — Weißjura Gamma, Welschhalde bei Tieringen.

Melonella ZITT. und *Polygonatium* SCHR. dagegen besitzen einen deutlich abgesetzten Stiel, sie sind kaulophyt. Bei *Epaphroditus* SCHR. wird der Körper von seiner knolligen Basis durch einen kurzen Stiel getrennt.

Plakophyt sind *Craticularia* ZITT., *Rhizotetraclis* KOLB und *Tremadictyon* ZITT.

Als inkrustierend werden *Discispongia* KOLB, *Sontheimia* KOLB, *Euleraphe* SCHR., *Bothrolemma* SCHR. und *Mastosia* ZITT. genannt.

Seitlich angewachsen ist *Dicranoclonella* SCHR., während *Epistomella* ZITT. mit einem seitlichen Stiel ansetzt.

Aulodomus SCHR. hat eine abgeflachte, *Polypyge* SCHR. eine plattige, *Cylindrophyma* ZITT. angeblich eine lappig verbreiterte oder wurzelartig verästelte und *Pycnocalyptra* SCHR. eine wulstige Basis.

Lophophyte Verankerung wurde bei Juraschwämmen niemals beobachtet; man kann also davon ausgehen, daß diese Spongien einen harten Untergrund als Siedlungsfläche vorfanden. Die Ursache für dessen Verfestigung ist sicherlich in der Tätigkeit der von HILLER (1964) nachgewiesenen Kalkalgen zu suchen. WAGENPLAST (1972) hat schon auf die wechselseitigen Beziehungen zwischen den krustenbildenden Algen und den darauf siedelnden Schwämmen aufmerksam gemacht und den Aufbau eines Riffs aus der Folge Algen — Schwämme — Algen auf seiner Taf. 6 vortrefflich abgebildet.

Nun ist zwar bekannt, aber bisher nicht weiter beachtet worden, daß Kieselschwämme auch auf anderen Kieselschwämmen siedeln können, und Funde von solchen Vergesellschaftungen sind gar nicht so selten. Es könnte sich um Lebendbesiedelung handeln, zumal wenn man beim Besiedelten eine feste Dermalmembran annehmen darf. Da aber, wie ARNDT (1928) berichtet, beim Absterben eines Schwamms die Rindenschicht als erstes Auflösungserscheinungen zeigt, hätte sich der Aufsiedler spätestens beim Tod seines Wirts abgelöst. Es scheint daher eher möglich, daß das bereits mazerierte Skelett toter Schwämme besiedelt wurde, wie dies ZIEGLER (1964) bei anderen Epizoen nachgewiesen hat.

Was läßt sich nun an den Schliffen feststellen? Dazu folgende Beispiele:

a. Taf. 1, Fig. 1. — *Cylindrophyma milleporata* (GOLDF.) auf einem *Cnemidiastrum* siedelnd; Weißjura Gamma, Schopfenlöchle bei Oberdigisheim:

Das *Cnemidiastrum* ist vor seiner Besiedlung gekippt und war schon teilweise zerstört, weitgehend mineralisiert und mit einer Sedimentlage (nicht Algenkruste) überzogen. *Cylindrophyma* ist basiemphyt aufgewachsen. Das deutlich zu erkennende, ausgezeichnet erhaltene Didymmorinenskelett endet mit scharfer Linie an der Siedlungsfläche. Das krumme Wachstum weist darauf hin, daß die Unterlage unter dem steigenden Gewicht langsam nach links rollte. Deutung: Das *Cnemidiastrum* war zum Zeitpunkt der Besiedlung zumindest teilweise einsedimentiert, die Hohlräume im Skelett waren schon von Kalk erfüllt, die Mineralisierung und Mumienbildung hatte bereits begonnen, der Schwamm bot dem Aufsiedler eine verhärtete Unterlage, war also präfossil.

b. Taf. 2, Fig. 1. — *Rhopalicus pertusus* (GOLDF.) auf einer *Cypellia;* Weißjura Ober-Gamma, Erkenbrechtsweiler Steige:

Das kleine, schlanke Schwämmchen hat sich mit seiner spitzen Basis an einem Riesenexemplar von *Cypellia,* von dem rechts in der Abbildung nur ein kleiner Bruchteil zu sehen ist, festgesetzt. Die sehr kleine Anheftungsfläche bot bei fortschreitendem Wachstum nicht mehr genügend Halt, so daß der Schwamm seine Lage mit einer Brücke aus sekundär gebildetem Hexactinenskelett stabilisieren mußte. Das Skelett des besiedelten Schwamms ist bis auf geringe Reste verschwunden. Wäre es dem gleichen Chemismus ausgesetzt gewesen wie das vorzüglich erhaltene Nadelgerüst des *Rhopalicus,* so hätte es dessen Schicksal geteilt. So aber muß man annehmen, daß es schon zum Zeitpunkt der Besiedlung weitgehend aufgelöst war. Der Mumifizierungsprozeß hatte also bereits eingesetzt, die Mumie bot dem Aufsiedler festen Halt, war demnach schon verhärtet, d. h. präfossil.

c. Taf. 3. — *Pachyteichisma lamellosum* (GOLDF.), von einer Lithistiden besiedelt. Weißjura Gamma, Welschhalde bei Tieringen.

Hier wird folgende Deutung versucht (s. auch Abb. 2): Nach dem Absterben des *Pachyteichisma* (a) hat sich die organische Substanz der kleinen Anwachsfläche zersetzt, der Schwamm kippte um (b) und geriet mit seinem in der Zeichnung links gelegenen Scheitelrand ins weiche Sediment. Dadurch wurden die Bedingungen geschaffen, die zur Erhaltung der dort befindlichen Amphioxe der Faserkrone notwendig waren. Der freiliegende Körper wurde mazeriert, Teile des Skeletts, darunter die verdichteten Oberflächenschichten, gingen verloren. Mumienkalk erfüllte die Hohlräume und Kanäle. Nach dessen Erhärtung setzte Korrosion ein, die besonders an der Auflagerungsfläche und an dem jetzt oben liegenden, rechten Scheitelrand in Erscheinung trat. So konnte die danach aufsiedelnde Lithistide (vermutlich ein *Cnemidiastrum*) eine erhärtete und darauf freigelegte Kanalfüllung überwachsen (c). *Pachyteichisma* war also zu diesem Zeitpunkt bereits präfossil. Als dritte Organismengeneration überzog zuletzt eine Kalkkruste gleichermaßen das *Pachyteichisma* wie auch die früh abgestorbene Lithistide.

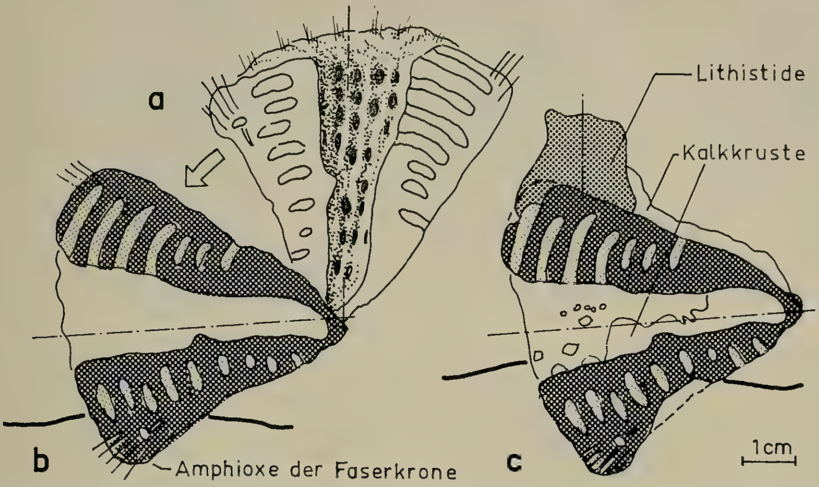


Abb. 2. Radialschnitte durch ein *Pachyteichisma lamellosum* (Goldf.), besiedelt von einer Lithistiden. — Weißjura Gamma, Welschhalde bei Tieringen.

2. Wachstumsunterbrechung

Manche Jurakieselschwämme zeigen konzentrische Einschnürungen und Wülste. Dies ist bei einigen Arten wohl artspezifisch, wie z. B. bei *Phanerochiderma rugosa* (Goldf.) und *Hyalotragos patella* (Goldf.). Es kann aber auch eingeschränktes, bzw. vermehrtes Wachstum bedeuten und läßt manchmal sogar den Schluß auf partielles Absterben zu, was nach Arndt (1928) eine weitverbreitete Erscheinung bei rezenten Schwämmen ist.

Unter dem vorliegenden Material sind folgende, in Abb. 3 gezeichnete Beispiele besonders bemerkenswert:

a. Dictyide; Weißjura Gamma, Hägle bei Oberdigisheim:

Bei dem nicht näher bestimmbaren, trichterförmigen Schwamm kam das in einer Anfangsperiode stete Wachstum wegen Verschlechterung der Lebensbedingungen zum Erliegen. Es setzte nach Besserung der Verhältnisse am produktiv gebliebenen Scheitelrand erneut ein, allerdings in eingeschränkter Weise, sodaß auf den großen älteren Trichter nur ein kleinerer gesetzt werden konnte und seitlich eine Öffnung verblieb, die ein Zweitparagaster vortäuscht.

b. *Tremadictyon reticulatum* (Goldf.); Weißjura Gamma, Welschhalde bei Tieringen.

Der ebenfalls trichterförmige Schwamm erlitt in der gleichen Weise eine Unterbrechung des Wachstums. Bei dessen Wiedereinsetzen war jedoch der im Bild rechte Scheitelrand nicht mehr produktiv, vielleicht schon partiell abgestorben. Die Neubildung setzte dort also nicht wie links im Scheitel, sondern im tiefer gelegenen Gewebe der Paragasterwand ein.

c. *Hyalotragos pezizoides* (Goldf.); Weißjura Gamma, Hägle bei Oberdigisheim:

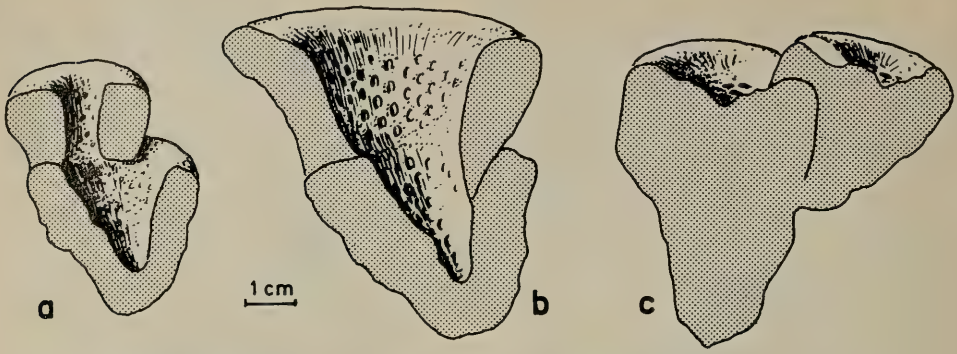


Abb. 3. Radialschnitte durch Schwämme mit Anzeichen von unterbrochenem Wachstum.

Dieses Fundstück erweckt zunächst den Eindruck, als sei ein kreiselförmiger Schwamm von einem anderen besiedelt worden. Es handelt sich jedoch um Schwämme derselben Art, und das Skelett beider Individuen geht von der Flanke des älteren lückenlos in die Basis des jüngeren über. Hier liegt also eine Knospung vor, wie sie bei *H. pezizoides* sonst niemals auftritt. Sie wird folgendermaßen gedeutet: Der obere Teil des älteren Kreisels war inaktiv geworden, der Schwamm half sich durch eine punktförmig an der Flanke einsetzenden Neubildung, die sich, gegenüber dem Mutterexemplar eine scharfe Grenze einhaltend, zum separaten Schwamm auswuchs. Man muß annehmen, daß der untere Teil des älteren Schwamms noch lange Zeit am Leben geblieben ist, sonst hätte er sich von der Unterlage gelöst, wäre gekippt, und die Achse der Neubildung hätte eine andere Richtung genommen.

Unterbrochenes Wachstum mit gleichzeitiger Lageveränderung zeigt das folgende Beispiel:

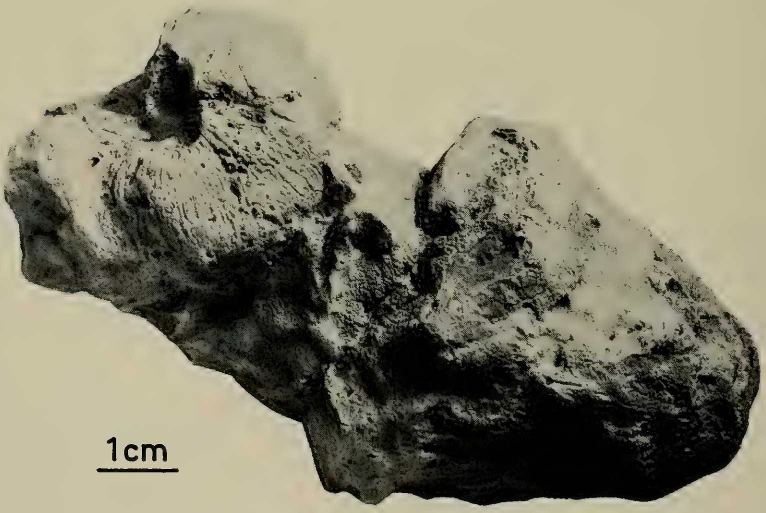


Abb. 4. *Lithostrobilus stellatus* (Goldf.). Unterbrochenes Wachstum mit Lageveränderung. — Weißjura Gamma, Geyerbad bei Oberdigisheim.

Abb. 4. — *Lithostrobilus stellatus* (Goldf.); Weißjura Gamma, Geyerbad bei Oberdigisheim:

Der ursprünglich schön kreiselförmige Schwamm mußte seine Lebenstätigkeit stark einschränken, so daß er beim Weiterwachsen nur noch im Stand war, eine enge Röhre auf seinen Scheitel zu setzen. Beim Wiedereinsetzen offensichtlich recht günstiger Bedingungen befand er sich aber schon in gekippter Lage. Die zuletzt gebildete Knolle richtete sich daher in die neue Vertikale ein; ein Vorgang, der auch bei Pflanzen bekannt ist, etwa bei der Wipfelbildung von Tannen. Dabei muß die Frage, ob beim Schwamm das Licht oder die Schwerkraft auslösend gewirkt hat, offen bleiben.

Bemerkenswert ist, wie wenig die Körperform für die Artbestimmung des Schwammes bedeutet. Würden Endknolle und anfänglicher Kreisel als isolierte Fundstücke vorliegen, so würde man sich nach der bisherigen Gepflogenheit scheuen, sie für artgleich zu halten.

3. Zweitparagasterbildung

Die Ausrichtung der Körperachse in die Vertikale war für den Schwamm lebenswichtig. Wahrscheinlich konnte das Filtersystem nur dann einwandfrei funktionieren, wenn das Paragaster senkrecht stand und das Osculum nach oben gerichtet war. Abweichungen von dieser Regel zwangen den Schwamm zu abnormem Wachstum, was sogar zur Bildung eines sekundären Paragasters führen konnte. Hierzu das nachfolgende Beispiel:

Taf. 4, Fig. 1 und Abb. 5. — *Platychonia schlotheimii* (Goldf.); Weißjura Ober-Gamma, Hochwanger Steige:

Das ursprünglich näpfchenförmige, niemals stockbildende Schwämmchen geriet in Kipplage, wodurch die Funktion des Paragasters beeinträchtigt wurde.

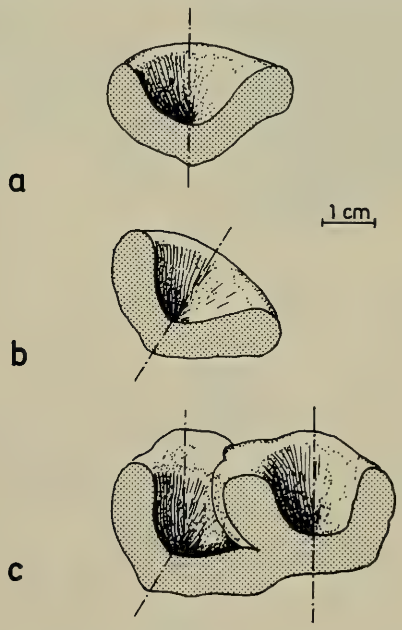


Abb. 5. Radialschnitte durch *Platychonia schlotheimii* (Goldf.). Sekundärparagasterbildung. — Weißjura Ober-Gamma, Hochwanger Steige.

Von dem im Bild rechts gelegenen Scheitelrand ausgehend setzte vermehrtes Wachstum ein, das zur Neubildung eines Zweitparagasters mit wiederum vertikaler Ausrichtung der Körperachse führte. In der Folge kam nun auch das ursprüngliche Paragaster wieder zur Wirkung und korrigierte durch Wucherungen am Scheitel seine alte Achse. Die Skelettzone, welche gleichzeitig Innenwand des ersten und Außenwand des zweiten Paragasters darstellt, hatte keine Bedeutung mehr für die Nahrungsaufnahme, entbehrt daher der Kanalstruktur und ist reine Füllsubstanz.

4. Pseudoparagasterbildung

Wie vorteilhaft es war, ein Paragaster zu besitzen, zeigt sich daran, daß einige im Regelfall plattige oder zungenförmige Schwämme bei Gelegenheit dazu neigen, ebenfalls ein Paragaster zu bilden:

Taf. 4, Fig. 2 und Abb. 6. — *Lecanella pateraeformis* Zitt.; Weißjura Gamma, Schopfenlöchle bei Oberdigisheim:

Die Anomocladine hat sich pleuremphyt mit schmaler Ansatzstelle an einem *Cnemidiastrum* nahe dessen Basis festgeheftet und wuchs, dieses mit den Flanken umfassend so, daß eine Höhlung entstand, die man als Pseudoparagaster bezeichnen kann. In diesem Fall ist zwar eine Lebendbesiedlung nicht zu beweisen, aber doch zu vermuten, weil es *Lecanella* nicht gelang, die Einfuhrkanäle ihres Wirts zu überwachsen, und weil *Cnemidiastrum* durch vermehrtes Seitenwachstum das Gleichgewicht der Schwammgesellschaft regulierte.

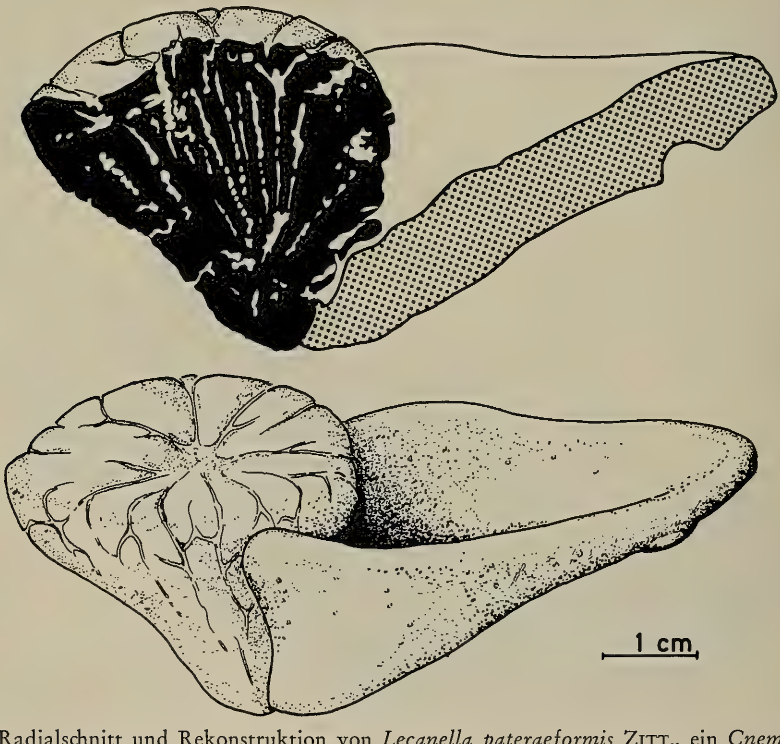


Abb. 6. Radialschnitt und Rekonstruktion von *Lecanella pateraeformis* Zitt., ein *Cnemidiastrum* umwachsend. Pseudoparagasterbildung. — Weißjura Gamma, Schopfenlöchle bei Oberdigisheim.

5. Innensiedler

Von rezenten Schwämmen weiß man, daß sie in ihrem Innern meist eine Unzahl anderer Organismen, sei es als Kommensalen, sei es als Parasiten, beherbergen. Genannt werden: Algen, Foraminiferen, Nematoden, Polychaeten, Crustaceen, Hydrozoen, Scyphozoen und Ophiuren (ARNDT 1928, DE LAUBENFELS 1955). Bei den schwäbischen Juraschwämmen sind vor allem Foraminiferen nachgewiesen (FEIFEL 1929, WAGENPLAST 1972).

Daß auch monactine Kieselschwämme in den Körpern anderer Schwämme siedeln können, hat der Verfasser schon an anderer Stelle vermutet (MÜLLER 1972). Hier kann ein weiterer Beleg erbracht werden:

Taf. 5. — *Pyrgochonia acetabulum* (GOLDF.); Weißjura Gamma, Lerchenbühl bei Hossingen:

Im Querschnitt der kreiselförmigen Rhizomorine zeigt sich nahe der Außenseite eine Anzahl von rundlichen, etwa 2—3 mm großen Nestern aus spindelförmigen, halbmillimeterlangen Amphioxen, welche Kavernen im Schwammgewebe erfüllen und durch kurze Kanäle mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Das Rhizomorinenskelett des Wirts ist angelöst und z. T. auch von den fremden Nadeln durchdrungen, der Mumienkalk ist überall nach Farbe und Struktur gleich, es ist daher anzunehmen, daß der Monactinier, der in die Nähe der ebenfalls monactinen Bohrschwämme zu stellen ist, *Pyrgochonia* zu deren Lebzeiten bewohnte und als Raum- und Nahrungsparasit von deren Wasserzirkulation profitierte.

Ganz sicher jedenfalls gehören die einachsigen Nadeln nicht zu *Pyrgochonia.* Sie waren bei weiteren 50 Exemplaren derselben Art nicht aufzufinden, konnten jedoch andererseits bei einer Dictyide (*Casearia articulata*) und bei einer Lychniskide (*Pachyteichisma lamellosum*) nachgewiesen werden. Es konnte auch kein Zusammenhang festgestellt werden zwischen dem vermutlichen Parasiten und den bei *Pyrgochonia* auf der Außenseite auftretenden Löchern. Denkbar wäre jedoch, daß die befallenen Stellen eines Schwamms bei Fossilation, Diagenese und Verwitterung besonders leicht korrodieren und dann Löcher entstehen wie etwa bei den von QUENSTEDT (1878, Taf. 128, Fig. 16) als *Tragos fistulosum* beschrieben und abgebildeten Rhizomorinen. Es wird sich lohnen, auf diese Erscheinung zu achten.

Literatur

ARNDT, W. (1928): Lebensdauer, Altern und Tod der Schwämme. — Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde, 23—44, 2 Abb.; Berlin.

FEIFEL, K. (1929): Über Foraminiferen der Schwammkalke des schwäbischen weißen Jura. — Palaeont. Z., 12 (1930), 42—47; Stuttgart.

HILLER, K. (1964): Über die Bank- und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. — Arb. geol. paläont. Inst. TH Stuttgart, N. F. 40, 190 + XIII S., 26 Taf., 38 Abb., 4 Tab.; Stuttgart.

GOLDFUSS, A. (1826—1833): Petrefacta Germaniae. Erster Theil. 252 S., 71 Taf.; Düsseldorf (Arnz & Co).

KOLB, R. (1910): Die Kieselspongien des schwäbischen weißen Jura. — Palaeontographica, 57, 141—257, Taf. 11—21, 27 Abb.; Stuttgart.

DE LAUBENFELS, M. W. (1955): Porifera. — In R. C. MOORE (Hrsg.): Treatise on Invertebrate Paleontology. Part E, S. E21 — E112, Abb. 14—89.; Lawrence/Kansas.

MÜLLER, W. (1972): Beobachtungen an der hexactinelliden Juraspongie *Pachyteichisma lamellosum* (GOLDF.) — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **2**, 13 S., 3 Taf., 6 Abb.; Stuttgart.

— (1974): Beobachtungen an der hexactinelliden Juraspongie *Casearia articulata* (SCHMIDEL). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **12**, 19 S., 4 Taf., 6 Abb.; Stuttgart.

OPPLIGER, F. (1926): Kieselspongien des schweizerischen weissen Jura. — Abh. schweizer. palaeont. Ges., **56**, 1—76, 5 Taf., 6 Abb.; Genf.

QUENSTEDT, F. A. (1876—1878): Petrefactenkunde Deutschlands. Bd. 5, Korallen, 612 S., Taf. 115—142; Leipzig (Fues).

RAUFF, H. (1893—1894): Palaeospongiologie, Erster oder allgemeiner Theil und zweiter Theil, erste Hälfte. — Palaeontographica, **40**, 1—346, Taf. 1—17; Stuttgart.

ROLL, A. (1934): Form, Bau und Entstehung der Schwammstotzen im süddeutschen Malm. — Paläont. Z., **16**, 197—246, 18 Abb.; Berlin.

SCHRAMMEN, A. (1936): Die Kieselspongien des oberen Jura von Süddeutschland. — Palaeontographica, **84**, 149—194, Taf. 14—23; **85**, 1—114, Taf. 1—17; Stuttgart.

SEILACHER, A. (1961): Die Sphinctozoa. — Abh. math. naturw. Kl. Akad. Wiss. u. Lit. 10, 70 S., 8 Abb., 9 Taf.; Wiesbaden.

SIEMIRADZKI, J. R. v. (1913): Die Spongien der polnischen Juraformation. — Beitr. Palaeont. u. Geol. Österreich-Ungarns u. Orients, **26**, 163—211, Taf. 8—13; Wien & Leipzig.

WAGENPLAST, P. (1972): Ökologische Untersuchung der Fauna aus Bank- und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwäbischen Alb. — Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F. **67**, 1—99, 10 Abb., 18 Taf.; Stuttgart.

ZIEGLER, B. (1962): Beobachtungen an hexactinelliden Schwämmen. — Eclogae geol. Helv., **55**, 573—585, 3 Taf., 2 Abb.; Zürich.

— (1964): Bewuchs auf Spongien. — Paläont. Z. **38**, 88—97, Taf. 10—12, 5 Abb.; Stuttgart.

ZITTEL, K. A. v. (1878): Studien über fossile Spongien. I. Hexactinellidae. — Abh. kgl. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., 3—63; München.

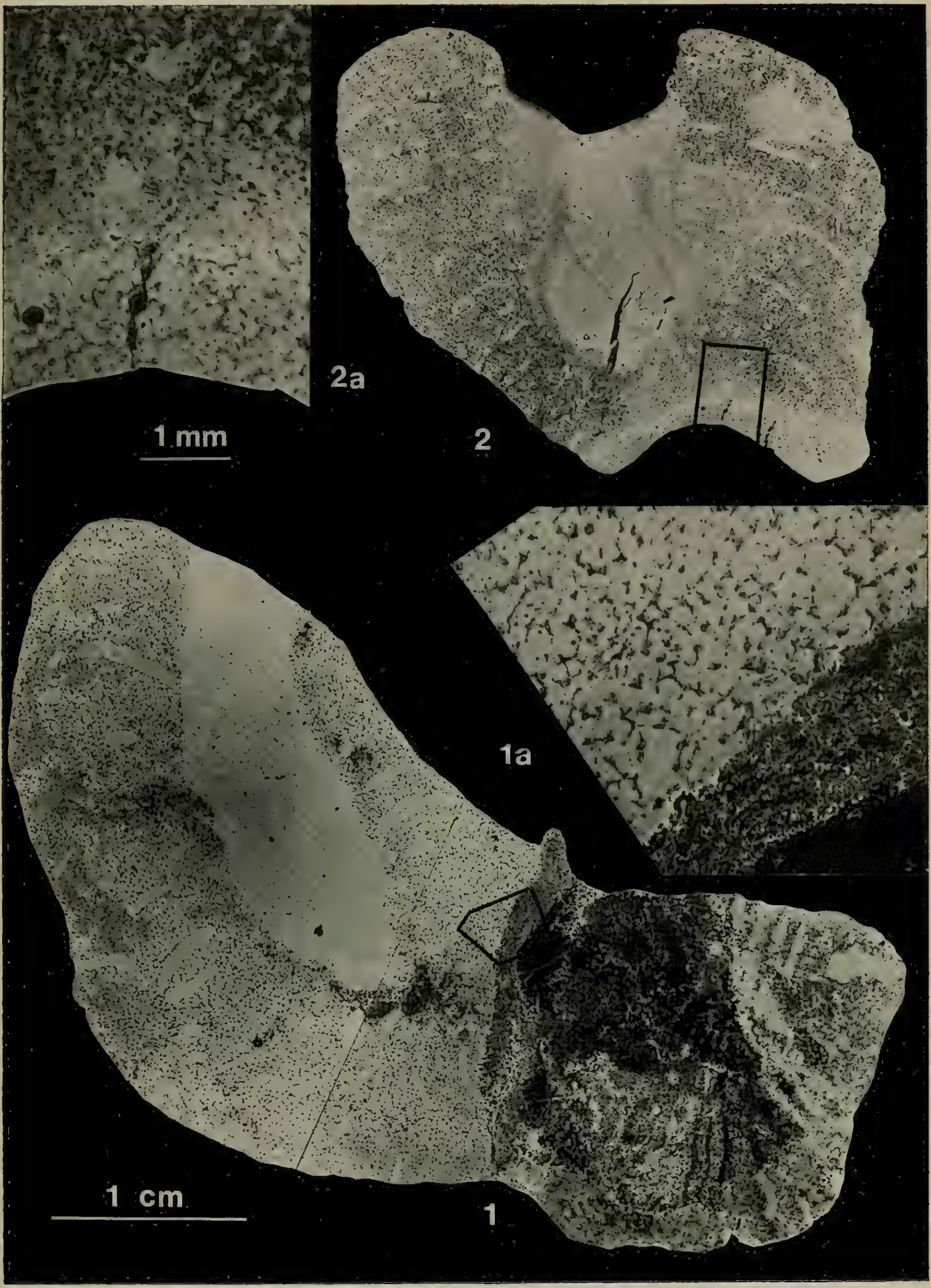
Anschrift des Verfassers: Walter Müller, Waldackerweg 68, D-7300 Esslingen-Liebersbronn.

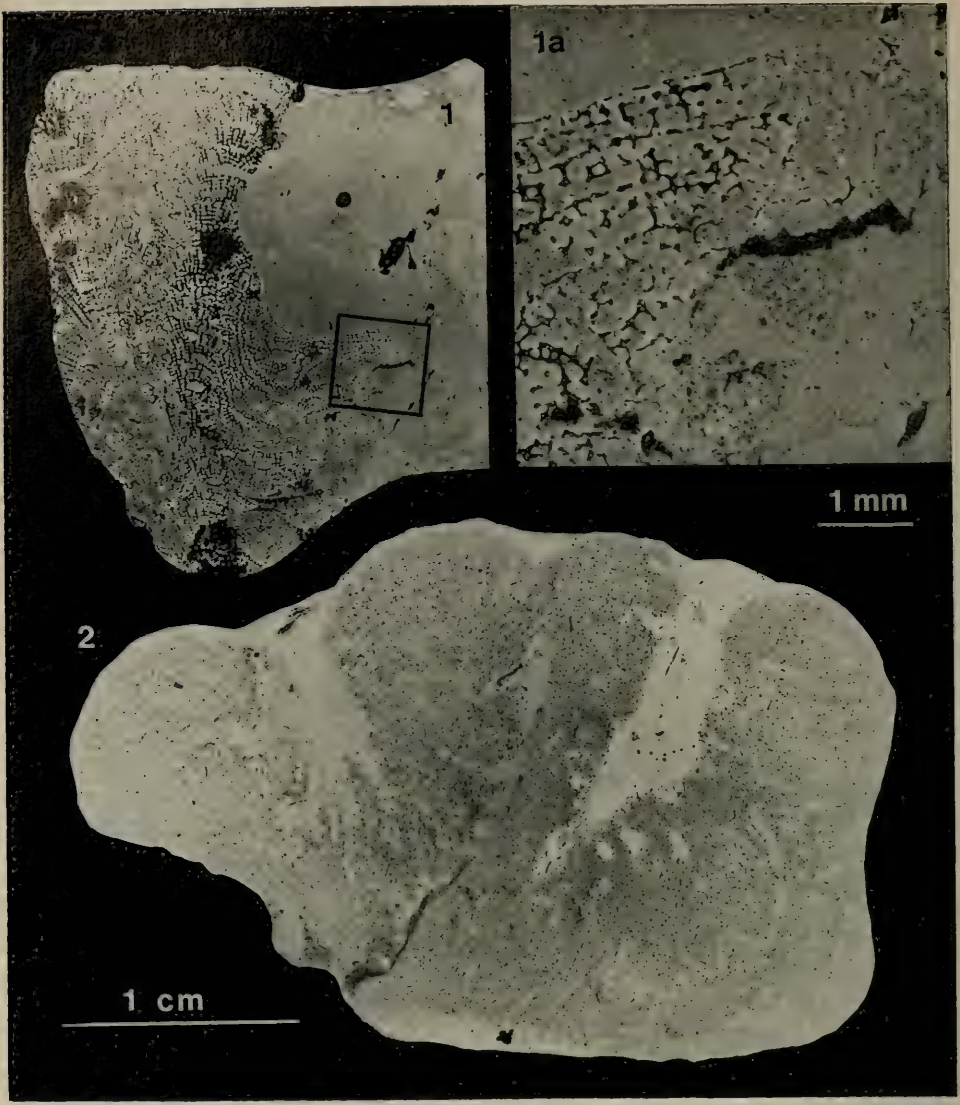
Tafel 1

Fig. 1. *Pyrgochonia acetabulum* (GOLDF.), basiemphyt auf *Platychonia* sp. aufgewachsen. — Weißjura Gamma, Hägle bei Oberdigisheim. Radialschnitt, Folienabzug.

Fig. 1a. Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1. Der mit Kalzit verheilte, diagenetische Riß in der Mumie von *Platychonia* wird vom Skelett der *Pyrgochonia* ohne Störung überwachsen, ist also älter.

Fig. 2. *Cylindrophyma milleporata* (GOLDF.), basiemphyt auf einer Sedimentlage über der Mumie eines *Cnemidiastrum* sp. aufgewachsen. — Weißjura Gamma, Schopfenlöchle bei Oberdigisheim. Radialschnitt, Folienabzug.


2a
1 mm
2
1a
1 cm
1

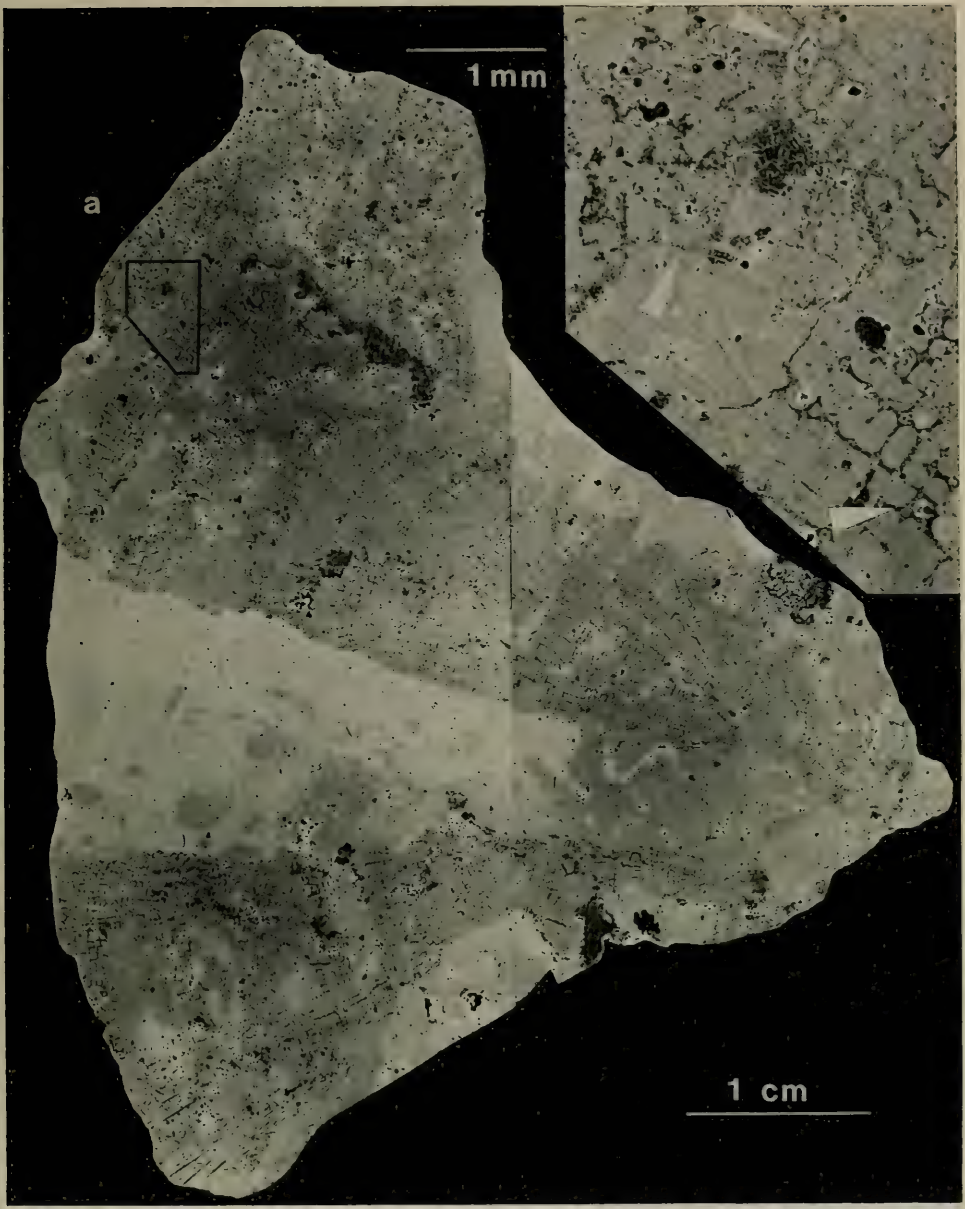


Tafel 2

Fig. 1. *Rhopalicus pertusus* (Goldf.) besiedelt die Mumie einer großen *Cypellia.* (Von letzterer rechts nur ein kleiner Abschnitt abgebildet.) — Weißjura Gamma, Erkenbrechtsweiler Steige. Radialschnitt, Folienabzug.

Fig. 1a. Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1.

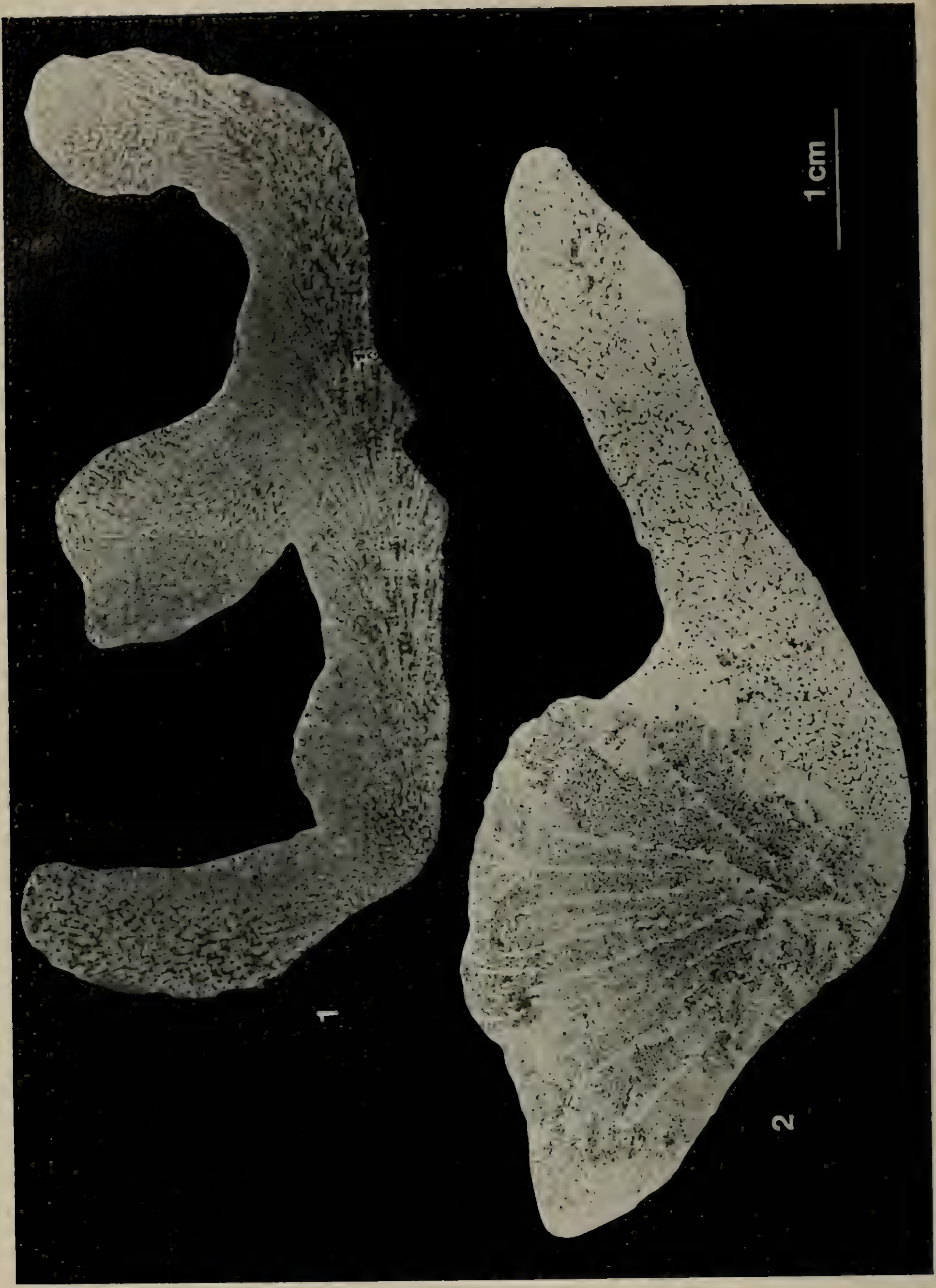
Fig. 2. *Linochone rimosa* Schr. umwächst Flanke und Teile der Basis einer Mumie von *Cytoracea goldfussi* (Qu.). — Weißjura Gamma, Schopfenlöchle bei Oberdigisheim. Radialschnitt, Folienabzug.



Tafel 3

Pachyteichisma lamellosum (GOLDF.), mumifiziert und besiedelt von einer Lithistide. — Weißjura Gamma, Welschhalde bei Tieringen. Radialschnitt, Folienabzug.

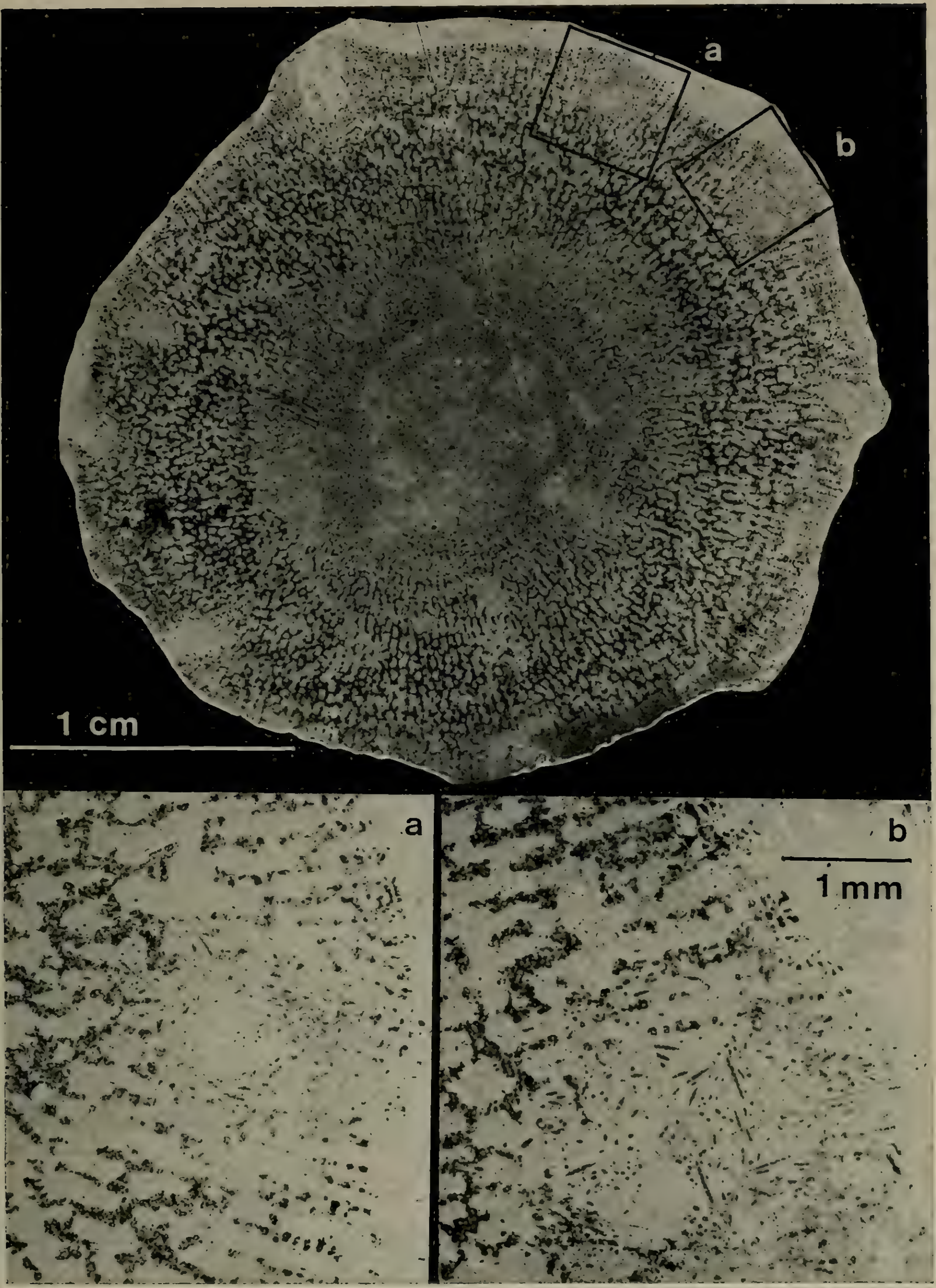
Rechts oben Ausschnittvergrößerung.
Unterer Pfeil: wohlerhaltene Lychnisken von *Pachyteichisma.*
Mittlerer Pfeil: Grenze der freigelegten Kanalausfüllung.
Oberer Pfeil: Kontakt der Rhizoclone mit angelösten Lychnisken.



Tafel 4

Fig. 1. Sekundärparagasterbildung bei *Platychonia schlotheimii* (GOLDF.). — Weißjura Ober-Gamma, Hochwanger Steige. Radialschnitt, Folienabzug.

Fig. 2. Pseudoparagasterbildung bei einer *Lecanella pateraeformis* ZITT., die ein *Cnemidiastrum* umwachsen hat. — Weißjura Gamma, Schopfenlöchle bei Oberdigisheim. Radialschnitt, Folienabzug.



Tafel 5

Querschnitt durch eine *Pyrgochonia acetabulum* (GOLDF.) mit den an der Peripherie angeordneten Nestern aus Amphioxen eines im Schwammkörper siedelnden monactinen Kieselschwamms. — Weißjura Gamma, Lerchenbühl bei Hossingen. Folienabzug.
a und b Ausschnittvergrößerungen.

37

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 38 Stuttgart 1978

Über die Pectiniden-Gattung *Parvamussium* im Jura

Von Helmut Hölder, Münster

Mit 12 Abbildungen und 6 Tafeln

Zusammenfassung

Die Schalen der Gattung *Parvamussium* Sacco besitzen bisher unbeachtete, zwischen den Schalenschichten verborgene Skulpturen, die nur bei gewissen Erhaltungszuständen sichtbar werden. Das liassische *P. pumilus* (Lamarck) unterscheidet sich spezifisch von *P. personatum* (Zieten) im Dogger. Die Kenntnis von *P. pumilus* wird durch *P. pumilus atlasense* nova subsp. aus Marokko, diejenige von *personatum* durch einen Einzelfund aus dem Oxfordium *(P.* aff. *personatum)* erweitert. Eine von Dumortier als *pumilus* beschriebene großwüchsige Form wird als *Parvamussium dumortieri* nova sp. aufgefaßt.

Summary

The shells of the genus *Parvamussium* Sacco possess, so far unobserved, hidden sculptural elements between the shell layers that only appear in certain states of preservation. The Liassic *P. pumilus* is specifically different from *P. personatum* in the Middle Jurassic. Information on *P. pumilus* is widened by *P. pumilus atlasense* n. subsp. from Morocco and that of *P. personatum* by a single discovery from the Oxfordian *(P.* aff. *personatum)*. A specimen published by Dumortier as *pumilus* is considered as *Parvamussium dumortieri* n. sp.

Inhalt

Dank 1
Einleitung 2
Parvamussium pumilus pumilus (Lamarck 1819) 4
Parvamussium pumilus atlasense nova subsp. 7
Parvamussium personatum (Zieten 1830—33) 9
[mit *Parvamussium fenestrale* (Whidborne 1833)]
Über das Verhältnis von *pumilus* und *personatum* 17
Fazies und Lebensweise 18
Einzelfunde *personatum*-verwandter Parvamussien 21
Parvamussium-verwandte großwüchsige Jura-Formen 22
Literatur 24

Dank

Für die Überlassung bzw. Entleihung von Material aus deutschem Boden danke ich den Herren Oberlehrer i. R. E. Lindenlaub (Nürtingen-Hardt), Prof. Dr. B. Ziegler und Dr. G. Dietl (Stuttgart), Prof. Dr. H. Rieber (Zürich), Prof. Dr. J. Wendt (Tübingen) und Dr. R. Jahnke (Göttingen). Dr. D. Phillips (London) hat mir das im Britischen Museum liegende englische Material, Dr. Bouget (Paris) die Lamarckschen Originale zu *Pecten pumilus*, M. Michel Philippe (Lyon) die Dumortierschen *pumilus*-Originale, Dr. H. Lobitzer (Wien) das

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 38 Stuttgart, 15. 12. 1978

Original zu *Pecten penninicus* NEUMAYR und Dr. J. HELMS (Berlin) das v. BUCHsche Belegmaterial zu *Pecten contrarius* zugesandt. Dr. M. BOUDA und Dr. R. DU DRESNAY am Service géologique du Maroc in Rabat danke ich für freundliche Unterstützung während einer Reise in marokkanische Juragebiete und der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Ermöglichung dieser Reise. Professor Dr. P. SIEGFRIED half mit der Übersetzung russischer Texte, Herr H. RICHTER beim Photographieren, Herr E. W. DÖRSCHELN, Herr A. MAZZOTTI und Frl. A. WEIL (alle Münster) halfen beim Präparieren und Zeichnen. Herrn Prof. Dr. R. BLASCHKE vom Institut für Medizinische Physik der Universität Münster habe ich für einige Stereoskan-Aufnahmen zu danken, ebenso Herrn Dipl.-Geol. H. SCHOLZ vom Geol.-Paläont. Institut der Universität Göttingen.

Einleitung

„*Pecten*“ *pumilus* und *personatus* pflegen in der jüngeren Literatur der Gattung *Variamussium* SACCO 1897 zugeordnet zu sein, die im Treatise on Invertebrate Paleontology (1969, N350) jedoch als jüngeres subjektives Synonym von *Parvamussium* SACCO (ebenfalls 1897) und mit diesem Namen als Untergattung von *Propeamussium* DE GREGORIO 1884 erscheint. Bei *Propeamussium (Propeamussium)* klaffen die Schalen an den Seitenrändern und enden die inneren Leistenrippen weit vor dem Schalenrand. Bei *Propeamussium (Parvamussium)* ist oder soll beides nicht der Fall sein; dieser Gattung *(Parvamussium = Variamussium)* lassen sich *pumilus* und *personatum* in der Tat zuweisen, nicht zuletzt auch wegen der — im Gegensatz zu *Propeamussium (Propeamussium)* — relativ großen Ohren. Im Treatise on Invertebrate Paleontology Pt. N, vol. 1 (1969) sind diese beiden jurassischen Arten nicht in *P. (Parvamussium)* einbeschlossen, dessen Erscheinen erst für die Kreide angegeben wird.

ANDREJEVA (1966) hat, was im Treatise noch nicht berücksichtigt ist, für zwei jurassische Arten die neue Gattung *Amussiopsis* aufgestellt, nämlich für *A. pamirica* ANDREJEVA (als Typusart, Unter-Bajocium) und *A. paradoxa* (MÜNSTER) (Toarcium). Sie begründet die generische Abtrennung damit, daß der Schloßrand des vorderen rechten Ohrs bei diesen beiden Arten vorwärts in leicht konkaver Kurve ansteige (Abb. 12, S. 23), was bei *Parvamussium* nicht der Fall sei. Die Art *personatum* (ZIETEN) bezieht sie wegen angeblich geraden Schloßrandes nicht in die neue Gattung ein. Nachdem sich nun aber auch bei manchen *personatum*-Exemplaren ein solcher vorwärts ansteigender Schloßrand beobachten ließ, erscheint die generische Trennung nicht berechtigt. Sollte sich freilich dieses Merkmal bei jüngeren (ober- und postjurassischen) Arten wirklich nicht mehr finden, was bei seiner meist ungünstigen Erhaltungsfähigkeit unsicher erscheinen muß, dann ließen sich die damit ausgestatteten jurassischen Arten zu einer Untergattung *Amussiopsis* innerhalb von *Parvamussium*, an dem wir im Sinne einer Gattung festhalten wollen, vereinigen.

Die Gattung *Parvamussium* ist seit der Oberen Trias, die Artengruppe des *Parvamussium pumilus* (LAMARCK) vom oberen Pliensbachium bis ins Oxfordium bekannt. Sie bringt es im Toarcium mit *P. pumilus* (LAMARCK) und im Oberen Aalenium/Unteren Bajocium mit *P. personatum* (ZIETEN) zu Massenvorkommen.

GOLDFUSS (1834—40) hat bereits gute Figuren gegeben (Abb. 1). Er unterscheidet die jüngere der beiden „sehr ähnlichen“ Arten, also *personatus*, von *paradoxus (= pumilus)* durch gesteigerte Größe, stärkere und differenziertere Außenberippung der linken Klappe sowie schieferen Vorder- sowohl als auch Hinterrand beider Ohren.

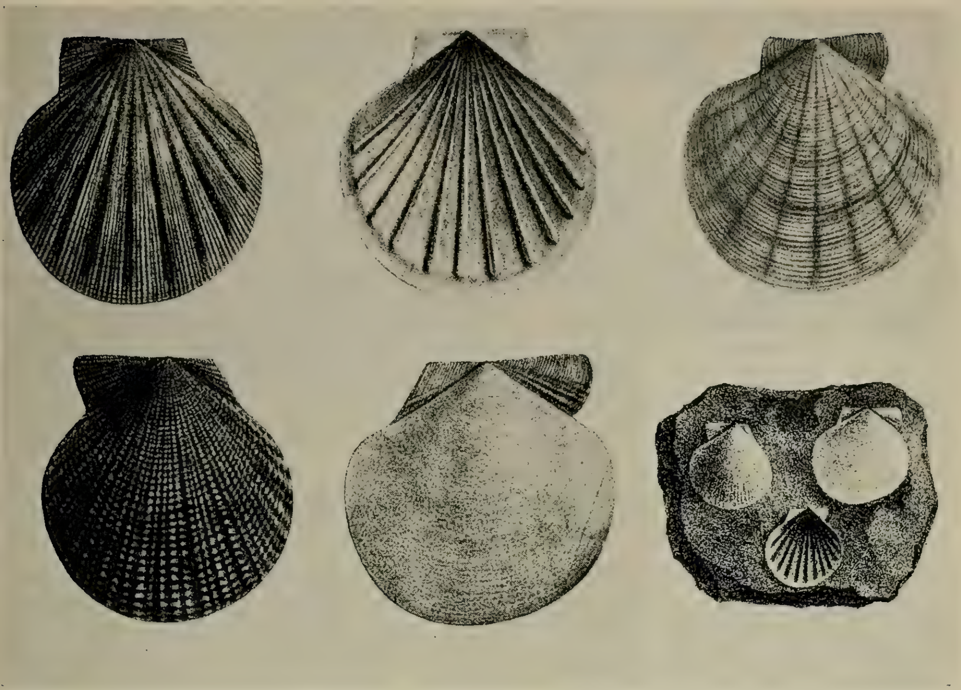


Abb. 1. Die GOLDFUSSschen Figuren. Obere Reihe: *Pecten paradoxus* MÜNSTER; von links: linke Klappe von außen — von innen — rechte Klappe von außen. — x 3. Untere Reihe: *Pecten personatus* ZIETEN, linke und rechte Klappe von außen. — x 3; rechtes Bild in natürlicher Größe.

Fig. 1. Figures after GOLDFUSS. Top line: *Pecten paradoxus* MÜNSTER; from the left: left valve from external view — from the inside — right valve from external view. — x 3. Bottom line: *Pecten personatus* ZIETEN, left and right valves from external view. — x 3; right figure of natural size.

Die ungleiche Skulptur beider Klappen kommt nach einer freundlichen Mitteilung von Professor A. SEILACHER (Tübingen) daher, daß die rechte Klappe einen etwas kleineren Umriß als die linke hat. Indem nun der Stirnrand der rechten Klappe mit dem glatten Saum zwischen radialen Innenrippen und Stirnrand der linken Klappe korrespondiert, entfällt die Übertragung der am Mantelsaum gebildeten äußeren Radialskulptur der linken auf die rechte Klappe, die deshalb nur konzentrische Anwachsstreifen bildet. In ihrem nach vorn und hinten sich fortsetzenden Verlauf kommen beide Stirnränder dann allerdings zur Deckung, so daß hier die radiale Außenskulptur auch auf die rechte Klappe noch ein wenig übergreifen kann (Abb. 5 d).

Anlaß zu der vorliegenden Untersuchung gaben a) ein bisher unbekanntes Vorkommen im Toarcium des Hohen Atlas (Marokko) und b) ein Einzelfund im schwäbischen Weißen Jura alpha (Impressa-Mergel, oberes Oxfordium), der sich einer Bestimmung wegen bisher kaum beachteter innerer Skulpturmerkmale zunächst zu widersetzen schien.

Im Verlauf der Untersuchung zeigten sich nicht nur gewisse äußerliche Unterschiede räumlich und zeitlich getrennter Formen, über die bisher keine Klarheit bestand, sondern auch bisher unbeachtete versteckte Schalenskulpturen, die nur unter gewissen Voraussetzungen sichtbar werden. Auch sie sind von taxonomischer Bedeutung, täuschen aber eine größere Vielfalt vor, als sie wirklich gegeben ist.

Die anschließende Darstellung folgt dem stratigraphischen Auftreten.

Parvamussium pumilus pumilus (Lamarck 1819)

Abb. 1 (obere Reihe), 2, 3; Taf. 5, Fig. 6

*v 1819 *Pecten pumilus.* — Lamarck: Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, 6, S. 183.
1825 *Pecten incrustatus.* — Defrance: Dictionnaire d'Histoire naturelle, 34, S. 253.
1831 *Pecten intusradiatus* Münster. — Keferstein: Geologie von Deutschland, 5, S. 571.
1832 *Pecten contrarius* v. Buch. — De La Beche: Geognosie, übersetzt von Dechen, S. 412, 423.
1837 *Pecten personatus* Goldf. — Bronn: Lethaea geognostica. 2. Aufl., 1, S. 334, Taf. 19, Fig. 5.
1834/40 *Pecten paradoxus* Münster. — Goldfuss: Petref. Germaniae, 2, S. 77, Taf. 99, Fig. 4 a—f.
1851/52 *Pecten incrustans.* — Bronn: Lethaea geognostica, 2, S. 213, Taf. 19, Fig. 15 a—c.
1926 *Variamussium pumilum* Lamarck. — Staesche, S. 84.
1966 *Amussiopsis paradoxa* (Münster in Goldfuss). — Anrejeva, S. 23, Taf. 2, Fig. 13—17.

Zum Lectotypus wird hiermit Abb. 2a bestimmt (Exemplar von den Originalen Lamarcks).

Nomenklatorisches: Es war eine Überraschung, daß die im Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris erhaltenen fünf Exemplare, von Lamarcks eigener Hand als „peigne nain. p. pumilus." (ohne Fundortangabe) etikettiert, eindeutig aus hellen Toarcium-Mergeln stammen. Sie stimmen mit entsprechendem schwäbischen Material in der Farbe von Schale und einbettender Matrix und auch in dem dafür charakteristischen, die äußere Oberfläche bedeckenden Nagelkalk-Überzug überein (Abb. 2c). Von den jüngeren Synonyma beziehen sich die von Defrance und Bronn gegebenen Namen auf diesen Überzug, die von Münster, Buch und Goldfuss dagegen auf die starke innere, also gleichsam konträr oder paradox auftretende Berippung, auf die dann auch der Name *personatus* Zieten für die jüngere Art des Aaleniums weist (S. 9). In der Literatur hat sich der Name *pumilus* (= Zwerg; Substantiv!) seit der zweiten

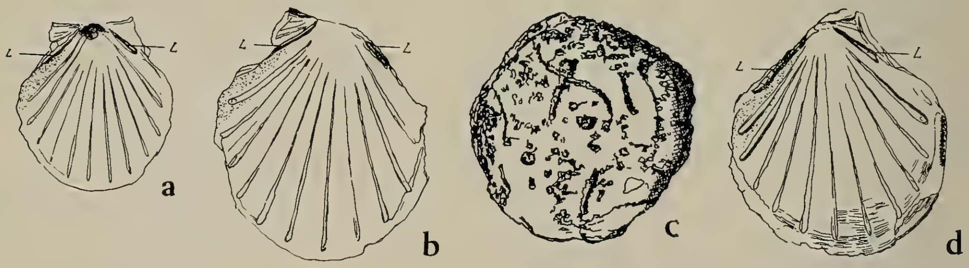


Abb. 2. Vier der in Lamarcks Sammlung erhaltenen fünf Syntypen von *Pecten pumilus* (Lamarck). a, b, d: Drei rechte Klappen von innen mit je elf Innenrippen und zwei zusätzlichen Leisten (L, auricular crura). c: Exemplar mit der charakteristischen Mergelkalkkruste. Breite der von der Innenseite dargestellten Klappen 5,5 bis 7,5 mm.

Fig. 2. Four of five syntypes of *Pecten pumilus* (Lamarck) from the Lamarck collection. Internal view of three right valves, each with eleven internal ribs and two additional ridges (auricular crura). One specimen (c) showing the characteristic incrustation by marly limestone. Widths of valves a, b, d: 5,5 to 7,5 mm.

Hälfte des 19. Jahrhunderts gerade für diese jüngere Art eingebürgert (STAESCHE 1926, 85) und wurde nur von solchen Autoren auch auf die Oberlias-Form bezogen, welche artliche Identität der beiden Formen annahmen.

Diagnose: Links außen zarte Gitterskulptur, rechts einfache konzentrische Rippen. Apikalwinkel 105—120°. Ohren von nur geringem Größenunterschied mit ziemlich senkrechten Rändern. Innenrand der Innenfläche beider Ohren mit schräger Leiste (auricular crus).

Beschreibung: LAMARCKS Beschreibung lautet lediglich „P[ecten] testa minima rotundata-ovata, radiis 10—12. Largeur 6 millimètres."

Die LAMARCKschen Originale (Syntypen, Abb. 2) zeigen wegen der äußeren Inkrustierung nur die innere Oberfläche. Sie trägt bei den drei als rechte Klappen erkennbaren Exemplaren die bekannten elf Innenrippen, die sich am Ende schwach kolbenförmig verdicken und einen schmalen, glatten Schalenrand freilassen. Zum Begriff „Innenrippen": STAESCHE (1926, 9) nennt sie (aufgesetzte) „Leisten" und unterscheidet sie von „Rippen" im Sinne von Schalenfalten. Eine solche Unterscheidung ist zwar prinzipiell möglich, aber nicht einfach durchzuführen: Denn eine Innenrippe besteht aus einem der Schale eingelagerten Strang fiedrig gestellter Faserkristalle, der nach Beobachtungen an *P. personatum* (s. unten) von einer darüber aufgewölbten innersten Schicht, einer Schalenfalte also, überspannt wird. Wir sprechen deshalb allgemein von Rippen und verwenden „Leisten" (L) für zwei rippenähnliche, ebenfalls schwach keulenförmige, aber kürzere Gebilde auf den Kanten gegen die beiden Ohren (auricular crura, L. R. COX im Treatise N 53). Von diesen Leisten ist die hintere schärfer und kürzer als die vordere ausgebildet, so daß sie schon vor dem stirnwärtigen Ende des hinteren Ohrs aufhört. Sie kann auswärts von einer schmalen Rinne begleitet sein. (Entsprechende Leisten bzw. „Cruren" kommen auch bei *Entolium* vor, vgl. STAESCHE 1926, 101.) Der Hinterrand des hinteren Ohrs steigt vom Klappenrand mit nur geringer Schräge ein wenig konkav gegen den Schloßrand an, während der Vorderrand des vorderen Ohrs senkrecht steht und ein wenig konvex ausgebuchtet ist (Abb. 2 a—b). Die Höhe (vom Wirbel zum Stirnrand) ist bei allen drei rechten Klappen etwas größer als die Länge (z. B. 6,1 × 5,5 mm; 8,5 × 7,7 mm). Linke Klappen sind unter den Syntypen nicht erkennbar.

Weiteres Material aus dem Schwäbischen Jura (Abb. 3): Aus hellgrauen Mergeln des Lias ober-epsilon (oberes Unter-Toarcium) stammen kleine, nur sehr flach gewölbte linke und rechte Klappen von ebenfalls wenig größerer Höhe (d. h. Distanz Wirbel — Stirnrand) als Länge, und zwar ungefähr 3,3 × 3 mm und 7,5 × 7 mm. Nach QUENSTEDT (1858, 259) treten sie millionenweise auf. HAUFF (1921, 21) beschreibt das Vorkommen in Mittel- und Ober-Epsilon.

Die Oberfläche der linken Klappe (Abb. 3 a—b) trägt, abgesehen von einem fast glatten Hof um den Wirbel, eine sehr zarte, dichte Gitterskulptur aus oft nahezu gleichmäßigen radialen und etwas schwächeren (manchmal kaum erkennbaren) konzentrischen Rippen. Bei manchen Exemplaren sind einige der radialen Rippen etwas stärker akzentuiert. An den Kreuzungspunkten erheben sich schwache, eigentlich nur im Abdruck deutliche Knötchen. Die Gitterskulptur setzt sich auch auf den Ohren fort, die ohne durchgehende äußere Trennlinie aus der Klappe hervorgehen. Sie sind vorn und hinten von ungefähr gleicher Größe.

Der Umriß der Ohren verhält sich auch bei der linken Klappe ebenso wie bei den beschriebenen rechten Klappen der Originale LAMARCKS.

Die Innenfläche trägt 11—12 markante, gerundete Rippen; sie enden mit einer keulenförmigen oder auch nur schwachen Verdickung und lassen einen glatten Rand. Gelegentlich greift die zarte Außenskulptur über den Stirnrand nach innen über, was aber auch auf nachträglicher Überprägung beruhen könnte.

Die rechte Klappe (Abb. 3 c—f) ist der linken in Umriß und geringer Wölbung ähnlich. Ihre Oberfläche zeigt einen größeren glatten Hof um den Wirbel und sodann gegen den Schalenrand hin früher oder später dichtstehende, gleichmäßige, konzentrische Rippen (6—7 je 1 mm), die allenfalls am Vorder-

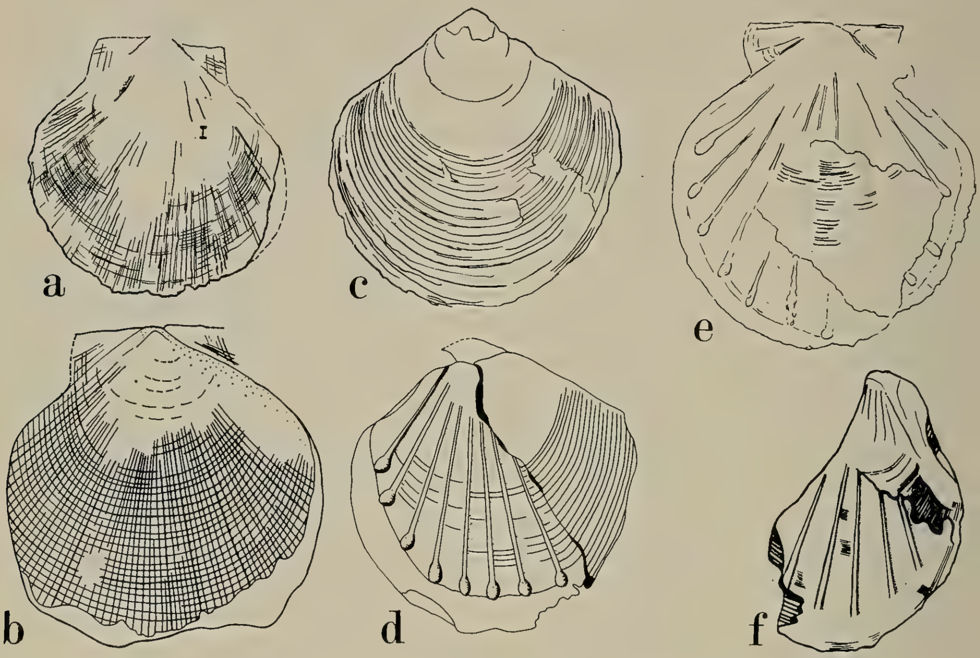


Abb. 3. *Parvamussium pumilus* (LAMARCK). Oberes Unter-Toarcium, Schwarzer Jura ober-epsilon, Schwäbischer Jura.
a—b: Zwei linke Klappen mit gegitterter Außenskulptur. I = durchscheinende Innenrippen. c—d: Zwei rechte Klappen von außen; unter weggebrochener Schalenpartie (d) Abdruck der radialen Innenrippen. e—f: Zwei Klappen von innen mit teilweise freigelegter dichter konzentrischer Skulptur auf verkiester Zwischenschicht (vgl. Taf. 5, Fig. 6).
a—d: Großbettlingen. Staatl. Mus. für Naturkunde Stuttgart, Nr. 22878; Original zu d nicht erhalten. — e—f: Bad Boll und Ohmenhausen. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Tübingen 1535/1—2.
Bilder der Abb. 3 nicht maßstäblich, Klappenbreite 4—8 mm.

Fig. 3. *Parvamussium pumilus* (LAMARCK). Lower Toarcian, Swabian Jurassic.
a—b: Two left valves with grated external sculptures. I = transparent internal ribs. c—d: External view of two right valves; cast of internal ribs (d) seen below broken part of shell. e—f: Two valves, internal view, with partly exposed dense concentric sculpture on pyritized intermediate layer (comp. pl. 5, fig. 6). — Figures not to scale. Width of valves 4 to 8 mm. Original to (d) not preserved.

und Hinterrand der Klappe von zarten radialen Rippen gekreuzt werden. Die Innenrippen bieten das gleiche Bild wie bei der linken Klappe.

Entfernt man ein Stück der rechten Klappen-Innenfläche samt Innenrippen durch Schaben (Abb. 3e), so treten noch gedrängtere konzentrische Rippen hervor (6—10 Rippen je 0,6 mm), die eindeutig einer zwischen Außen- und Innenfläche eingeschalteten, verdeckten Schalenschicht angehören. Das gilt sowohl für Material aus den Ober-Epsilon-Mergeln als auch aus den Ölschiefern von Bad Boll und Ohmenhausen, wo diese Zwischenschicht verkiest sein kann (Abb. 3f). Es handelt sich also um eine verborgene Skulptur, wie wir ihr noch mehrfach begegnen werden.

Ein besonders schönes Exemplar mit solch freigelegter Zwischenschicht aus dem Oberen Lias von Metzingen (Württemberg) fand sich unter den Belegstücken L. v. Buchs zu „*Pecten contrarius*" in der Sammlung des Paläontologischen Museums in Berlin (Taf. 5, Fig. 6).

Andrejeva (1966) hat an rechten Klappen von „*Amussiopsis paradoxa*" aus dem Toarcium des Pamirs einen vorwärts stark ansteigenden Schloßrand des vorderen Ohrs abgebildet (unsere Abb. 12) — ein an dem vorliegenden deutschen Material bisher, vielleicht erhaltungshalber, nicht beobachtetes Merkmal. Eine Andeutung zeigt sich an Goldfuss' Figur (Abb. 1). Bei *Parvamussium personatum* ist dieses Ansteigen dagegen auch an deutschem Material nicht selten zu erkennen. Die funktionale Deutung muß angesichts der merkwürdigen Einseitigkeit dieses Merkmals bezüglich der Vorn-hinten- und der Rechts-links-Symmetrie einstweilen offen bleiben.

Parvamussium pumilus atlasense nova subsp.

Abb. 4; Taf. 1, Fig. 1—5

Subspecies-Holotypus: Abb. 4a; Taf. 1, Fig. 2.

Locus typicus: Steilhang über der alten Straße bei Ait Athmane am Osthang des Ziz-Tales 10 km N Ksar-es-Souk (südlicher Hoher Atlas, Marokko).

Stratum typicum: Oberes Unter-Toarcium mit *Hildoceras*, ungefähr 30 m unter dem Fuß der roten Aalenium-Klippenwand in bräunlich-grauen Kalken.

Diagnose: Äußere Gitterskulptur der linken Klappe durch die kräftigen radialen Haupt- mit wenigen schwächeren Nebenrippen relativ grob. Konzentrische Rippchen zart, dicht und scharf. Apikalwinkel um 110°. Linkes Hinterohr auch hier nahezu so groß wie das vordere und mit senkrechtem Hinterrand. Oberfläche der rechten Klappe glatt oder etwas gewellt.

Differentialdiagnose: Von *pumilus pumilus* in der linken Klappe durch gröbere, weniger zahlreiche und weniger gleichmäßige Radialrippen, von *personatum* durch geringere Betonung des konzentrischen Skulpturelements und durch fast gleich große Ohren unterschieden.

Beschreibung: Höhe und Breite der größten Exemplare betragen 18 × 16 mm. Die Klappen zeigen eine beträchtliche Schalenstärke.

Die linke Klappe (Abb. 4a, Taf. 1, Fig. 1—2) trägt kräftige radiale Außenberippung aus Hauptrippen, denen sich — nicht immer, aber oft — ein bis zwei schwächere Rippen zwischenschalten. Das konzentrische Element der Skulptur besteht auch hier aus zarten, dichten Rippen, die mit den Radialrippen Knötchen bilden. Die elf Innenrippen verdicken sich am Ende nur schwach. Die vordere und hintere Innenrippe kann stärker als die übrigen sein, was aber auch bei der Nominat-Unterart sowie bei *personatum* vorkommt.

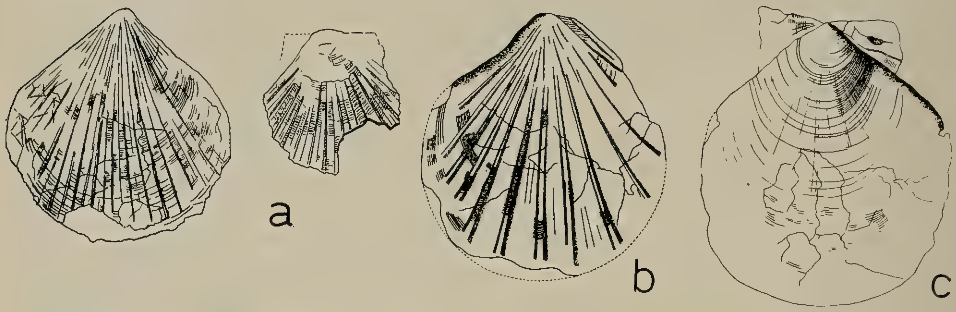


Abb. 4. *Parvamussium pumilus atlasense* nova subsp.
a: Zwei linke Klappen. Konvexe Außenfläche, Holotypus (linkes Bild = Taf. 1, Fig. 2). b: Konkave Innenfläche (= Taf. 1, Fig. 3). c: Rechte Klappe, konvexe Außenfläche (= Taf. 1, Fig. 5). Oberes Unter-Toarcium, Zone des *Hildoceras bifrons*, Ait Athmane, Ziz-Tal, Hoher Atlas, Marokko. — Klappenbreite a: 11 und 5 mm, b: 13 mm, c: 14 mm. a: Coll. Serv. géol. Maroc, Rabat; b, c: Geol. Inst. Münster B6.618.3,5; vgl. Taf. 1. In Abb. 4 c scheinen die Innenrippen durch.

Fig. 4. *Parvamussium pumilus atlasense* nova subsp.
a: Two left valves. Convex external surface, holotype (= pl. 1, fig. 2). b: Concave internal surface (= pl. 1, fig. 3). c: Right valve, convex external surface (= pl. 1, fig. 5). Lower Toarcian, zone of *Hildoceras bifrons*, southern High Atlas, Morocco. — Width of valves a: 11 and 5 mm, b: 13 mm, c: 14 mm.

Die rechte Klappe (Abb. 4c, Taf. 1, Fig. 4—5) ist außen so gut wie glatt oder allenfalls ein wenig konzentrisch gewellt, aber ohne jede radiale Skulptur. Auf einer inneren, verdeckten Schalenfläche ließen sich jedoch auch hier feine konzentrische Rippen (12 je mm) freilegen, die sich zuweilen nach außen ganz schwach durchprägen. Die Ohren beider Klappen sind nahezu gleich groß und ähnlich geformt. Hinterohren mit senkrechtem Hinterrand, Vorderohren mit ebenfalls senkrechtem oder etwas konvexem Vorderrand. Auricular crura beobachtet.

Die Linienführung des Schloßrands war in keinem Falle sicher auszumachen. Abgesehen von der durchschnittlich bedeutenderen Größe der *atlasense*-Exemplare, wie sie der kalkigen Fazies entspricht, liegt der Unterschied der beiden hier unterschiedenen, geographisch isolierten Unterarten also vor allem in der Außenskulptur der linken Klappe.

Die Unterscheidung läßt sich freilich strenggenommen nur gegenüber jenem schwäbischen Material ziehen, das die Außenskulptur erkennen läßt, nicht aber gegenüber Lamarcks Originalen mit inkrustierter Außenseite. Doch ist deren Übereinstimmung mit dem schwäbischen Material höchst wahrscheinlich.

Parvamussium personatum (Zieten 1830—33)

Abb. 1 (untere Reihe), 5, 7 (pars), 8; Taf. 1, Fig 6—9; Taf. 2, Fig. 1—4, Taf. 4, Fig. 1—6.

* 1830/33 *Pecten personatus* Goldfuss. — Zieten: Versteinerungen Württembergs, S. 68, Taf. 52, Fig. 2.
1832 *Pecten intusstriatus* v. Münster. — De La Beche, übersetzt von Dechen: Geognosie, S. 386.
1834/40 *Pecten personatus* nobis. — Goldfuss: Petrefacta Germaniae, 2, S. 74, Taf. 99, Fig. 5 a—e.
? 1883 *Pecten fenestralis.* — Whidborne: S. 500, Taf. 15, Fig. 12.

Diese Art wird in der Literatur häufiger als *pumilus* bezeichnet und zwar auch von solchen Autoren, die sie von der Oberlias-Form artlich trennen. Ihre älteste Beschreibung mit eindeutiger Herkunftsangabe findet sich als *personatus* (= maskiert, von persona = Maske) bei Zieten, allerdings mit dem Autornamen Goldfuss. Georg Graf Münster hat, obwohl Mitarbeiter an Goldfuss' Werk, einen weiteren Namen *(intusstriatus)* ins Spiel gebracht (de la Beche 1832). F. A. Quenstedt nennt diese „bemerkenswerteste aller Leitmuscheln in Beta" richtig *Pecten personatus.*

Diagnose: Links außen zarte Gitterskulptur, rechts außen glatt. Hintere Ohren wesentlich kleiner als die vorderen, mit abgeschrägtem Hinterrand. Vorderohr der rechten Klappe stärker als das der linken skulptiert, mit vorwärts ansteigendem Schloßrand und mit deutlichem Byssus-Einschnitt. Innere Wirbelleisten (auricular crura) vorhanden oder fehlend.

Beschreibung:

a. Allgemeines. — Abb. 5 sowie Taf. 4, Fig. 1—6 zeigen die skulpturelle Differenzierung und auch Variabilität der Art *personatum* (Abb. 5 a+d konkav, b+c konvex zu sehen!); Näheres hierzu später. Die rundliche, nach hinten nur selten (Abb. 10c) merklich ausgedehntere — nur in diesem Falle also schiefe — Umrißform ist vom Wirbel bis zum Stirnrand etwa ebenso lang wie oder ein wenig länger als von vorn nach hinten. Der Apikalwinkel beträgt in der Regel 90—100° (an Goldfuss' Figur der rechten Klappe 110°). L. v. Buchs Hinweis auf größeren Apikalwinkel des liassischen *pumilus* (= *contrarius* Buch) läßt sich also bestätigen. Die vorderen Ohren sind größer als die hinteren. Das rechte Vorderohr ist in seinem inneren Teil stark radial gefaltet und an seinem Vorderrand stark gebogen, so daß eine markante Bucht (Byssus-Einschnitt, byssal notch; Treatise N 103) entsteht. Die diesem Einschnitt der rechten Klappe entsprechende Bucht (byssal sinus) der linken Klappe ist — wie bei vielen Pectinidae — nur schwach ausgebildet. Auch der am Schloßrand des rechten Vorderohrs nach vorn deutlich aufsteigende Saum fehlt dem linken Vorderohr nahezu oder ganz. Der Schloßrand der beiden hinteren Ohren steigt rückwärts nicht an.

Zu der Außen- und Innenskulptur treten auch bei *P. personatum* Eigenskulpturen verborgener Schalenschichten, die nur bei bestimmter Erhaltungsweise sichtbar werden und je nach freigelegter Schichtfläche unterschiedliche Bilder bieten, welche artliche Unterschiede vortäuschen (Abb. 5 b—c). Auch dieser Muschelzwerg in der Nachfolge von *pumilus* treibt also mit seinen verschiedenen Skulpturen mehrfache Maskierung, auf die sein Name — zunächst nur mit Bezug auf die Innenrippen — anspielt. Diese Innenrippen treten in beiden Klappen mei-

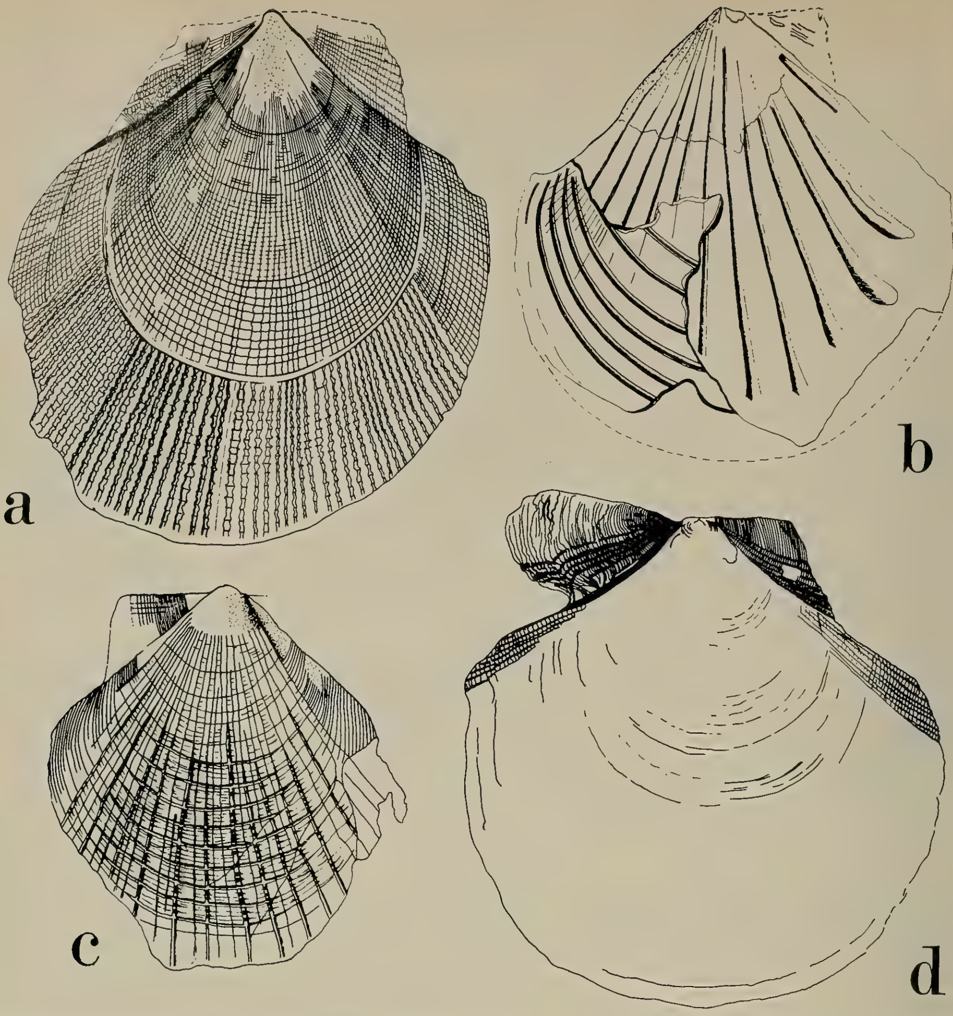


Abb. 5. *Parvamussium personatum* (Zieten).

a. Linke Klappe, konkaver Abdruck der Außenskulptur. Oberes Aalenium, Brauner Jura beta, Eisensandstein; Altenhimmel, Frankenjura. — x 6.

b. Linke Klappe konvex von außen gesehen. Verkiester Abdruck der radialen Innenrippen und kalzitische Schalenschicht mit konzentrischen Zwischenrippen. Untere Bajocium-Tone; Ledde, Tecklenburger Land. — x 9.

c. Linke Klappe (konvex) mit der typischen „Fenster“-Skulptur, ursprünglich unter der in a. dargestellten dichten Außenskulptur gelegen. Oberes Aalenium, Lumachellenkalk; Wutach (leg. H. Rieber). — x 5.

d. Rechte Klappe, konkaver Außenabdruck der Außenskulptur. Oberes Aalenium, Brauner Jura beta, Eisensandstein; Altenhimmel, Frankenjura. — x 5.

Geol. Inst. Münster B6.618.6—9.

Fig. 5. *Parvamussium personatum* (Zieten).

a. Left valve, concave cast of external sculpture in ferruginous sandstone, Upper Aalenian; Franconian Jurassic. — x 6.

b. Left valve, convex appearing from external view. Pyritized cast of radial internal ribs and calcitic intermediate shell layer with concentric ribs. Lower Bajocian clays; Northwestern Germany. — x 9.

c. Left valve (convex) with the characteristic „window“ sculpture, originally situated below the dense external sculpture as figured in a. — Lumachelle limestone, Upper Aalenian, Swabian Jurassic. — x 5.

d. Right valve, concave external cast of the external sculpture. Ferruginous sandstone, Upper Aalenian; Franconian Jurassic. — x 5.

stens in der Zahl 11 auf, können aber auch zwischen 7 und 13 schwanken¹). Sie sind der Innenfläche nicht einfach aufgesetzt, sondern einer inneren, aus konzentrischen, verfilzten Kristallbündeln bestehenden Schalenschicht (Abb. 6 a: 2) als radiale Stränge fiedrig angeordneter Kristallfasern eingefügt, wie sich das ähnlich auch bei *pumilus* beobachten läßt. (Näheres hierzu weiter unten.)

Innen- und Außenflächen der Klappen mit ihren Skulpturen liegen vorwiegend als Abdruck bei Hohlraum-Erhaltung (in Sandstein oder Eisenoolith) vor, während sich die in anderen Fazies erhaltenen Schalen selbst nur selten glatt aus dem Gestein lösen und auch meistens etwas korrodiert sind, so daß sich an ihnen die tieferen Schalenschichten mit den Zwischenskulpturen in der Regel besser als die Außenskulptur erkennen lassen. Das bedeutet einerseits eine gute Ergänzung, erschwert aber andererseits den exakten Vergleich von Fundgut aus unterschiedlichen Fazies.

b. Schalenerhaltung. — Fundgut mit erhaltener Schale liegt vor aus dem Oberen Aalenium und Unteren Bajocium des schwäbischen und des nordwestdeutschen Juras und zwar aus Eisenoolithkalken, Luchamellenkalken und — z. T. verkiest — aus dunklen Tonmergeln. Dazu kommen ähnliche Kalkschalen aus England (*Pecten fenestralis* WHIDBORNE).

Die das skulpturelle Außenbild ergänzenden Zwischenskulpturen²) werden nur von Fall zu Fall infolge von Beschädigungen sichtbar. Die dichten konzentrischen Rippen, wie sie uns als Beispiel hierfür schon an der rechten *pumilus*-Klappe begegnet sind, ließen sich allerdings bei der rechten *personatum*-Klappe bisher nicht so deutlich freilegen, was aber durch die Erhaltung bedingt sein mag. Denn an dem *personatum*-verwandten Fund aus dem Oxfordium (S. 20) sind sie wieder prägnant ausgebildet. Zu hüten hat man sich vor Verwechslungen mit *Entolium*, deren Klappen (ohne Innenrippen) mit *P. personatum* zusammen vorkommen und, wie schon STAESCHE (1926, 8) bemerkt hat, unterhalb der Oberfläche eine markantere konzentrische Skulptur als außen tragen (Abb.7 f; Taf. 5, Fig. 5).

Die linke *personatum*-Klappe zeigt Schalenschichten mit mehreren Zwischenskulpturen auf den Grenzflächen, nämlich von innen nach außen: Eine sehr dünne innerste, erste Schicht (Abb. 6 a und 9 b: 1 pr; pr = proximale, also nach innen gerichtete Fläche). Sie bedeckt die radialen Innenrippen sowie ihre Zwischenräume und besteht nach Ausweis von Stereoskan-Aufnahmen (Taf. 6, Fig. 5—6) über den Rippen aus ungeordneten Kristalliten, in den Zwischenräumen dagegen aus feineren, parallel angeordneten Kristalliten (was vermutlich für beide Klappen gilt). Liegt diese innerste Schicht ausnahmsweise noch allein dem Steinkern (Innenabdruck) auf, so zeigen sich die Innenrippen in ihrer distalen

---

¹) Nach STAESCHE (1926, 86) ist eine geographische Rasse von *P. pumilus* (= *personatum*!) aus der Opalinum-Zone vom Cap San Vigileo am Gardasee (= *Amussiopsis pamirica* ANDREJEVA, S. 2) durch nur 7 Innenrippen, im schwäbischen Oberen Jura sind die beiden Arten *nonarium* (QUENSTEDT) und *quinquenarium* (BERCKHEMER) (STAESCHE 1926, 89) durch nur 9 bzw. 5—6 Innenrippen gekennzeichnet. Beide haben, wie das australische *P. geelvinki* (SKWARKO), schwächere Zwischenrippen.

²) Die Termini Zwischenskulptur, Zwischenrippen beziehen sich immer auf deren Lage im vertikalen Schalenprofil, also auf die Zugehörigkeit zu einer verborgenen Schalenschicht (concealed intermediate layer), nicht aber auf unterschiedliche Skulpturelemente einer Schichtfläche.

Fläche als radiale Furchen. Darüber (in Bild 6 a wegen der Ansicht von innen darunter) folgt eine etwas dickere, zweite Schicht, deren proximale innere Fläche aus konzentrisch sich verfilzenden Kalkfasern besteht, zwischen denen das gefiederte Fasermuster der in diese Schalenschicht eingelassenen Innenrippen erscheint (Abb. 6 a: 2 pr). Diese zweite Schicht ist auch in der Vertikalen nicht einheitlich gebaut: Denn auf ihrer distalen Fläche, wo von den radialen Innenrippen nichts mehr zu sehen ist, zeigt sie bei günstiger Erhaltung radial (also

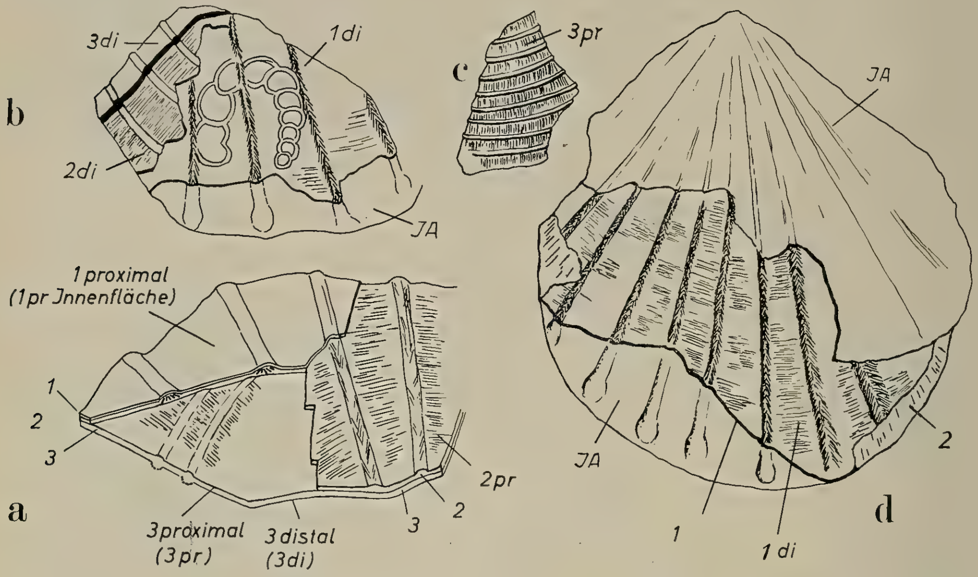


Abb. 6. *Parvamussium personatum* (Zieten), Unterbajocium-Tone; Ledde, Tecklenburger Land.
a. Die drei innersten Schalenschichten, von innen her gesehen. — x 9.
b. Distalfläche der Schicht 1 mit den fiedrig angeordneten Kalkfasern der Innenrippen in flachen Furchen. Unten Abdruck der Innenrippen auf dem Steinkern. Kettenforaminifere auf der Innenfläche aufgewachsen, durchscheinend, ohne Wand auf der Aufwachsfläche. — Links: Distalfläche der Schicht 2 mit radial gestellten Kalzitfasern und schwachen Furchen der konzentrischen Schnurrippen. — x 14.
c. Proximalfläche der Schicht 3 mit radial gerichteten Kalkfasern (wie auch auf der Distalfläche von Schicht 2) und konzentrischen Schnurrippen von innen. — x 8.
d. Distalfläche der Schicht 1 eines dem Steinkern aufliegenden Schalenrests. Randlich: Reste der Schicht 2. Partie gegen den Wirbel nur als Abdruck der Innenseite. — x9.
Geol. Inst. Münster B6.618.11—14.

Fig. 6. *Parvamussium personatum* (Zieten), Lower Bajocian clays; Northwestern Germany. — x 9.
a. Internal view of the three innermost shell layers.
b. Distal surface of layer 1 with calcitic fibres of the internal ribs arranged feathered and in flat furrows. Below: cast of internal ribs on stony mould. Sessile foraminifer on internal surface, transparent, attached without a separating wall. — Left: Distal surface of layer 2 with radially orientated calcitic fibres and weak furrows of the concentric string-like ribs of the intermediate layer. — x 14.
c. Proximal surface of layer 3 with radially arranged calcitic fibres (similar to that on distal surface of layer 2) and concentric string-like ribs, internal view. — x 8.
d. Distal surface of layer 1 from a shell relic preserved on stony mould. Marginal: Relics of layer 2. Part towards the umbo only recognized as cast of the internal surface. — x 9.

nicht mehr konzentrisch) gestellte Kalkfasern, aus denen auch die dritte Schicht besteht (Abb. 6: 2 di und 3 pr). Außerdem zeigt die Distalfläche der zweiten Schicht schwache konzentrische Furchen zur Aufnahme konzentrischer Zwischenrippen („Schnurrippen“, s. unten), die in der dritten Schicht liegen, und die auf deren proximaler, mehr aber noch auf deren distaler Fläche als markantestes zwischenskulpturelles Element in Erscheinung treten (Abb. 6 a-c und 9 b-c sowie Taf. 2).

Diese an intakten Klappen verborgenen konzentrischen Rippen bestehen — wie schon Partien der innersten Schicht — aus ungeordneten Kristalliten und erscheinen dadurch als Fremdkörper in der ihnen zugeordneten dritten, aus radial angeordneten Faserkristallen gebildeten Schalenschicht (Taf. 6, Fig. 1—3). Zwischen diesen „Schnurrippen“ zeigen sich schwache konzentrische Anwachsstreifen, die manchmal etwas diskordant zu jenen verlaufen (Taf. 2, Fig 3) und sich mit den — in der Figur nicht erkennbaren — radialen Kalzitfasern dieser dritten Schicht kreuzen. Die Schnurrippen liegen auch distalwärts in entsprechenden flachen Furchen der Proximalfläche einer vierten Schicht, mit deren Distalfläche die nach außen (oben) gelegenen Gitterskulpturen (s. unten) beginnen.

Die Schalenschichten 1—3 ließen sich nur an kalkig erhaltenem bzw. verkiestem Material in tonig-mergeliger Matrix (Unteres Bajocium von Ledde im Tecklenburger Land) erkennen. Die nach außen folgenden Gitterskulpturen sind hier — vermutlich unter dem Einfluß äußerer Verkrustung — nur schlecht erhalten, aber von innen her doch andeutungsweise zu erkennen.

Bei Exemplaren in Kalkstein sind umgekehrt die drei Innenschichten offenbar zu einer nicht auflösbaren Einheit verschmolzen. Dagegen sind die distal folgenden Gitterskulpturen hier gut erkennbar, und zwar sowohl von außen wie von innen her, wo sich das Paket der Innenschichten leicht davon ablöst. Das Schichtpaket der Gitterskulpturen wird abermals von ungeordneten Kristalliten gebildet und besteht aus zwei morphologisch unterscheidbaren Stockwerken (Schalenschicht 4 und 5). Die Schicht 4 ist durch ein relativ grobes Rippengitter gekennzeichnet, das aus kräftigen — mit zwischengeschalteten feineren — Radialrippen sowie aus diese kreuzenden konzentrischen Elementen besteht, die z. T. den konzentrischen Schnurrippen oder den sie umschließenden Furchen entsprechen (vgl. die Ausführungen über *„fenestrale“* weiter unten). In oolithischen Kalken erscheinen diese Schnurrippen als flachgepreßte bräunliche oder weißliche Bänder (Taf. 1, Fig. 8). Bei geringer Korrosion sind statt ihrer nur die ihnen schaleneinwärts entsprechenden Furchen zu sehen (Taf. 1, Fig. 6, 7, 9, hierin entsprechen die hellen Linien den Lichtreflexen an diesen Furchen; Abb. 7 a). Dabei fällt auf, daß die Schnurrippen und die ihnen zugehörenden Furchen im Profil der Schale hier weiter außen als an dem aus Tonen stammenden Material zu liegen scheinen, also zusammen mit und nicht erst einwärts von der Gitterskulptur bzw. von dem durch sie geprägten äußeren Paket der Schalenschichten. Eine diagenetische Durchprägung der Schnurrippen in die Gitterskulptur hinein liegt jedoch augenscheinlich nicht vor. Wir haben es deshalb entweder mit einer Wiederholung im Schalenprofil zu tun (wobei in toniger Matrix nur ihr proximales, in kalkiger Matrix dagegen nur ihr distales Auftreten erkennbar wird) oder aber mit unterschiedlichem Einbau der Schnurrippen in das Schalenprofil, z. B. bei stratigraphisch oder faziell getrennten Rassen.

Die relativ grobe Gitterskulptur wird dann von einer dünnen äußersten, oft fehlenden Schalenschicht mit feinerer Gitterskulptur überdeckt (Abb. 9 b-c: 5 di), deren konzentrisches Element viel zarter als das vorherrschende radiale ausgebildet ist. Diese in Stärke und Differenzierung der Radialrippen sehr variable Außenskulptur ist besonders gut bei Hohlraum-Erhaltung als Abdruck überliefert (Abb. 5 a, Taf. 4, Fig. 1—5; s. S. 16).

Eine solche äußerste Schicht, welche die wenig tiefer liegende schärfere Skulptur etwas abschwächt und verhüllt — ähnlich wie das eine dünne Schneedecke mit den Konturen der Land-

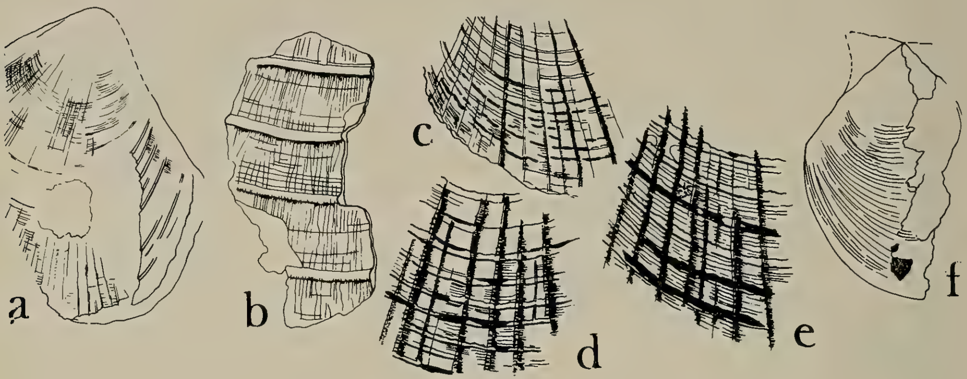


Abb. 7. a. *Parvamussium personatum* (Zieten), linke Klappe mit Außen- und darunter freigelegter Zwischenskulptur konzentrischer Furchen, in denen „Schnurrippen“ lagen, die jedoch nicht erhalten sind. Oberes Aalenium, Brauner Jura beta, Eisenoolitkalk; Wasseralfingen. — x 5.

b. *Parvamussium personatum* (Zieten), Scherbe einer linken Klappe mit konzentrischen Schnur- bzw. Hohlrippen der Zwischenskulptur. Untere Bajocium-Tone; Ledde, Tecklenburger Land. — x 15.

c—e. *Parvamussium fenestrale* (Whidborne) [? = *personatum* (Zieten)] mit der typischen „Fenster“-Skulptur aus radialen Rippen und konzentrischen Furchen, die vom Wirbel her durch eine sie teilweise oder ganz überdeckende Schalenschicht (schwarz) zu Hohlrippen geschlossen sein können. Inferior Oolite, Südengland. — c, d: x 5 und x 10 [= Taf. 3, Fig. 2]; e: x 10 [= Taf. 3, Fig. 4, 5].

f. *Entolium demissum* (Goldfuss), mit freigelegter dichter konzentrischer Skulptur. Oberes Aalenium, Brauner Jura beta, Eisenoolithkalk; Wasseralfingen. — x 5.

a, b, f: Geol. Inst. Münster B 6.618.18—20. — c, d: Brit. Museum natur. Hist. L 42012, e: L 42017.

Fig. 7. *Parvamussium personatum* (Zieten), left valve with external sculpture and underneath exposed that of the intermediate layer consisting of concentric furrows in which undoubtedly string-like ribs were situated that are not preserved. Iron oolitic limestone, Upper Aalenian, Schwabian Jurassic. — x 5.

b. *Parvamussium personatum* (Zieten), fragment of left valve with concentric string-like, respectively hollow ribs of the sculpture of the intermediate layer. Lower Bajocian clays, Northwestern Germany. — x 15.

c—e: *Parvamussium fenestrale* (Whidborne) [(? = *personatum* Zieten)] with characteristic „window“ sculpture of radial ribs and concentric furrows which, from the direction of the umbo, are closed by a partly or completely overlapping shell layer (black) forming hollow ribs. Inferior Oolite, southern England. — Brit. Mus. natur. Hist.; for numbers and scales see above.

f. *Entolium demissum* (Goldfuss), with exposed dense concentric sculpture. Iron oolitic limestone, Upper Aalenian, Swabian Jurassic. — x 5.

schaft tut —, ist auch bei *Meleagrinella echinata* aus dem Bathonium und wahrscheinlich bei vielen Pectinacea zu beobachten, ohne daß diese Deckschicht im Falle von *Meleagrinella* freilich eine verfeinerte Eigenskulptur entwickelt hätte.

An nicht-verkiesten Schalen-Exemplaren im Bajocium-Mergel von Ledde ist eine mittlere Schicht der keineswegs sehr dünnen Muschelklappen herausgelöst, so daß zwischen innerer und äußerer Schalenschicht, die dem Gestein beidseitig noch anhaften, ein Spalt entsteht. Das kalklösende Agens hat hier von dem wahrscheinlich beschädigten Schalenrand her offenbar leichteren Zugang in das poröse Schaleninnere gefunden als über die der tonigen Matrix satt anliegenden Schalenoberflächen. Bei *Parvamussium pumilus* aus dem Lias ober-epsilon von Ohmenhausen erweisen sich die so entstehenden flachen Hohlräume zwischen den Schalenschichten als Behältnisse für die Aufnahme wandernden Bitumens und kristallbildender mineralischer Lösungen.

An dem verkiesten Material zeigen sich die „Schnurrippen“ manchmal als runde Schwefelkies-Stränge mit dünnem Kalzit-Überzug, was auf die Natur von Hohlrippen schließen läßt: Schwefelkies also als Füllmaterial von Hohlröhren — man vergleiche die von Lehmann (1964) beschriebenen Schwefelkies-Füllungen in den Poren einer Terebratelschale. An den Figuren 2 und 3 der Tafel 2 ist die Schwefelkies-Füllung als dunkler Strang zwischen dem weißen Kalzit der sie umgebenden Hülle sichtbar.

Auf die Natur der „Schnur-“ als Hohlrippen weisen auch wohlerhaltene, als *Variamussium fenestrale* (Whidborne 1883) etikettierte Kalkschalen aus dem englischen Oberaalenium-Unterbajocium (Taf. 3, Fig. 1—5). Die stirnwärts glatt begrenzten, konzentrischen Furchen werden aus Wirbelrichtung von dem gezackten Band einer äußersten erhaltenen Schalenschicht (in Abb. 7 c—e schwarz dargestellt) etwas überdacht (d) oder auch ganz überwölbt (e). In den so entstandenen Hohlröhren kam es hier statt der Schwefelkiesfüllung zur Bildung einer stellenweise erhaltenen kalzitischen Füllung („Schnur“). Bei einem der Exemplare (Abb. 7 e und Taf. 3, Fig. 4—5) sind die Füllungen teilweise korrodiert und die feinen konzentrischen Rippchen zwischen den Schnurrippen scharf und regelmäßig ausgebildet. Zusammen mit den radialen Rippen entsteht das Bild rechteckiger Fensterrahmen mit dünnen horizontalen Gitterstäben („fringe-like ridges, forming with the rags small hollows“), worauf der Name *Pecten fenestralis* vermutlich Bezug nimmt. Whidbornes Figur läßt das allerdings nicht deutlich erkennen. Staesche (1926, 83) sah sich durch die ihn an *Aequipecten* er-

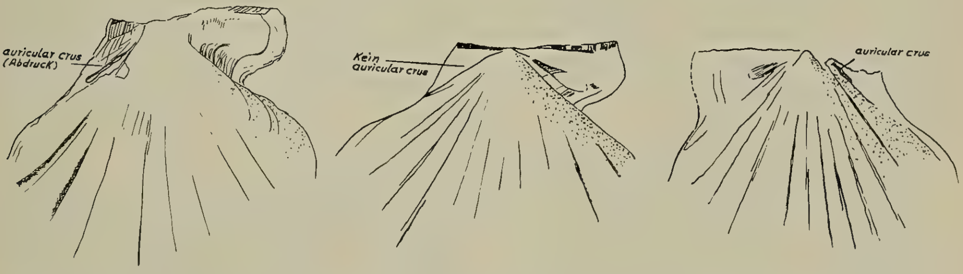


Abb. 8. *Parvamussium personatum* (Zieten). Drei Exemplare mit Wirbelpartie von innen, mit oder ohne auricular crura. Abdruck in Eisensandstein, Oberes Aalenium; Altenhimmel b. Mistelberg, Frankenjura. — Geol. Inst. Münster B6.618.21—23. — x 5.

Fig. 8. *Parvamussium personatum* (Zieten). Internal beak part of three specimens with and without auricular crura. Cast in ferruginous sandstone, Upper Aalenian, Franconian Jurassic. — x 5.

innernde kräftige radiale Außenskulptur der von WHIDBORNE dargestellten linken Klappe sogar zur Annahme eines besonderen Seitenzweiges der *Parvamussium*-Entwicklung veranlaßt, während in Wirklichkeit nur eine unzureichende Wiedergabe vorliegt (das Original dazu scheint nicht erhalten zu sein).

Es sei freilich nicht verschwiegen, daß die Skulptur der englischen Exemplare zunächst eher den Eindruck äußerer Oberflächen zu erwecken scheint. Mindestens an dem Exemplar Taf. 3, Fig. 1 zeigt sich aber deutlich, daß das für den größten Teil der freiliegenden Schalenfläche nicht gilt, die vorn und hinten unter einer aufgesetzten äußersten Skulptur untertaucht, welche die Furchen und Schnurrippen verdeckt und selbst etwas engmaschiger ist. Die *fenestrale*-Skulptur mit der typischen Fenstergitterung entspricht also in diesem Falle und vermutlich auch bei dem süddeutschen Material (Abb. 5 c, 9 b-c) nur einer Erhaltungsform von *personatum.* Gleichwohl soll artliche Identität noch nicht endgültig behauptet werden, da hierzu noch weiteres Vergleichsmaterial erforderlich wäre. Engste Verwandtschaft von *fenestrale* mit *personatum* besteht aber aufgrund der Fähigkeit zur Ausbildung so kennzeichnender Skulpturmerkmale wie Furchen und Schnurrippen mit Gewißheit.

In Abb. 9 sind die verschiedenen Schalenschichten und ihre Skulpturen für die rechte *pumilus*-Klappe (a) sowie für die linke *personatum*-Klappe (b, c) dargestellt, wie sie sich beim Abblättern von außen (a, c) bzw. von innen her (b) ergeben.

Die Schnurrippen der linken Klappe scheinen ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen *pumilus* und *personatum* zu sein. Es ist zwar nicht auszuschließen, bei ihrer Prägnanz und Stärke aber unwahrscheinlich, daß sie auch an den oberliassischen *pumilus*-Klappen vorhanden sind und nur aus Erhaltungsgründen bisher nicht beobachtet wurden.

Komplizierte, z. T. auch hohle schaleninnere Strukturen wie hier bei den Pectiniden sind auch manchen anderen Muschel-Familien eigen; man sehe sich nur einmal eine korrodierte Schale von *Glycymeris (= Pectunculus)* an. Doch werden sie an fossilem Material nur selten beobachtet bzw. beachtet.

c. Hohlraum-Erhaltung. — Im Eisensandstein des Braunen Jura beta der Fränkischen Alb sind die Schalen von *Parvamussium personatum* völlig aufgelöst. Feinheiten wie die Skulptur der Ohren zeichnen sich hier aber oft weit besser als bei sonstigem Material ab. Ein Film feiner Eisenhydroxyd-Kristalle, die sich der später zerstörten Schale anlagerten und sie lückenlos abformten, gibt die skulpturellen Feinheiten der Schalen-Oberflächen oft besonders gut wieder.

Der vierfältige Abdruck läßt folgendes erkennen:

Linke Klappe, Außenfläche (Abb. 1, unten links; Abb. 5 a; Taf. 4, Fig. 1—5): Meistens dichte Gitterskulptur radialer und zarterer konzentrischer Rippen, die sich an den Kreuzungspunkten zu spitzen Knötchen (im Abdruck also Grübchen) erheben. Stärke der gesamten Radialskulptur variabel, mit unregelmäßigem oder regelmäßigem Wechsel und Abstand zwischen stärkeren und (zahlreicheren) schwächeren Elementen. Abdrücke der regelmäßigen Furchen vieler Schalenexemplare zeigen sich nicht. Das weist abermals darauf hin, daß bei diesen die äußere Skulptur (s. oben) oft nicht mehr erhalten ist. Die Ohren der linken Klappe sind schwächer skulptiert als rechts (s. d.). Das relativ kleine Hinterohr hat schräg ansteigenden Hinterrand; das etwa doppelt so große Vorderohr hat einen kaum gebogenen, fast gerade aufsteigenden Vorderrand.

Rechte Klappe, Außenfläche (Abb. 1, unten Mitte; Abb. 5 d; Taf. 4, Fig. 6): Der größte Teil der Schalenoberfläche ist fast glatt, mit höchstens schwach angedeuteten konzentrischen Anwachsstreifen. Nur nahe dem vorderen und hinteren Schalenrand treten, wie schon bei dem liassischen *pumilus*, zarte Radialrippen auf, die an den Kreuzungspunkten mit den konzentrischen Anwachsstreifen auch hier Knötchen tragen können. Diese Gitterskulptur setzt sich auch auf den inneren Saum des hinteren Ohrs fort, das im übrigen nur feine Anwachsstreifen trägt, die parallel zu seinem schräg aufsteigenden Hinterrand angeordnet sind. Das wesentlich größere vordere Ohr unterscheidet sich von demjenigen der linken Klappe durch vorgebogenen Vorderrand, wie das schon Goldfuss (unsere Abb. 1) für *Pecten personatus* sowie für die Lias-Form *(„paradoxus“)* zutreffend abgebildet hat. Die klappenwärtige Partie des vorderen Ohrs trägt divergierende Rippenfalten und wie das hintere Ohr dichte konzentrische, dem Vorderrand parallele Anwachsstreifen. Der Schloßrand des rechten Vorderohrs steigt vorwärts an.

Innenflächen der rechten und linken Klappe: Die Innenflächen tragen in der Regel die bekannten 11 kräftigen Radialrippen, selten weniger (minimal 7, Abb. 10), noch seltener mehr. Sie verdicken sich am Ende oft keulig (Gruben im Abdruck) und lassen einen den Stirnrand begleitenden glatten oder konzentrisch gestreiften Saum frei. In der linken Klappe kann dieser gelegentlich eine größere Anzahl kurzer Eigenrippchen tragen, welche den Außenrippen entsprechen. Die Innenfläche der Ohren ist weniger skulptiert als deren Außenfläche, aber deutlich gewellt. Der dorsal vorspringende Saum des Schloßrandes zeigt einen Bau aus schrägstehenden Lamellen, die — selbst weggelöst — an den in ihre Zwischenräume eingedrungenen Eisenhydroxyd-Filmen erkennbar werden. An der Grenze von innerer Klappenfläche und Ohren liegen schmale Rinnen, die dem Abdruck der S. 5 erwähnten Leisten (auricular crura) von *pumilus* entsprechen. Merkwürdigerweise kann statt der zwei Leisten einer Klappe auch nur eine oder gar keine ausgebildet sein (Abb. 8).

Über das Verhältnis von *pumilus* und *personatum*

F. A. Quenstedt (1857, 259) hat *Pecten contrarius* (= *pumilus*) und *personatus* vor allem auf Grund der stratigraphischen Trennung der beiden Massenvorkommen unterschieden — zwischen denen „natürlich der kleine *Pecten* [auch] nicht fehlen wird“. Quenstedt nennt hierfür seinen *Pecten undenarius* (nach den 11 Rippen) aus dem unteren Aalenium (Opalinum-Tone). „Ein guter Name ist etwas werth, und daher habe ich es auch nicht unterdrücken können, noch diese dritte Bezeichnung einzuführen“ (1858, 321). Trotzdem vermutet er Artgleichheit von allen dreien.

Auch Staesche (1926, 84) entscheidet sich für artliche Identität. Die bisher fehlende Beobachtung konzentrischer „Schnurrippen“ (Hohlrippen), welche für die linke Klappe von *personatum* so charakteristisch sind (S. 13), erfordert jedoch Trennung, solange solche Schnurrippen bei den Liasformen nicht nachgewiesen sind. Aber selbst im Falle dieses Nachweises bliebe *personatum* von *pumilus* durch die Größendifferenz der Ohren sowie deren kompliziertere Gestalt, den kleineren Apikalwinkel, die Skulptur (und auch Struktur?) unterschieden. QUENSTEDTS Frage „Ist das Geschöpf nun allmählig anders geworden?" dürfte entgegen seiner eigenen Meinung also zu bejahen sein.

Abb. 9 zeigt charakteristische Merkmale der rechten *pumilus*- und der linken *personatum*-Klappe, die so bei der jeweils anderen Art nicht vorkommen (s. Abbildungs-Erläuterung).

Fazies und Lebensweise

Parvamussium gehört zu jenen mit Byssus versehenen Muscheln, die ähnlich wie *Oxytoma, Meleagrinella* u. a. manche flachmeerischen Bereiche zuweilen fast allein besiedeln (HALLAM 1977). Die bemerkenswerte Unabhängigkeit von der Fazies (Sandstein, Tonmergel, Kalkmergel, Kalkstein) läßt sich sowohl mit der schon von B. HAUFF (1921) und STAESCHE (1926) vermuteten pseudoplanktonischen Lebensweise an Tangen als auch mit Strömungstransport der leeren Klappen erklären. Ein deutlicher Byssusausschnitt, verbunden mit freilich sehr unterschiedlich starker Wellung der Innenfläche des rechten Vorderohrs, ist allerdings erst bei *personatum*, noch nicht dagegen bei *pumilus* ausgebildet. Aber auch bei dieser älteren Form dürfte Platz zum Austritt eines Byssus gewesen sein, so daß,

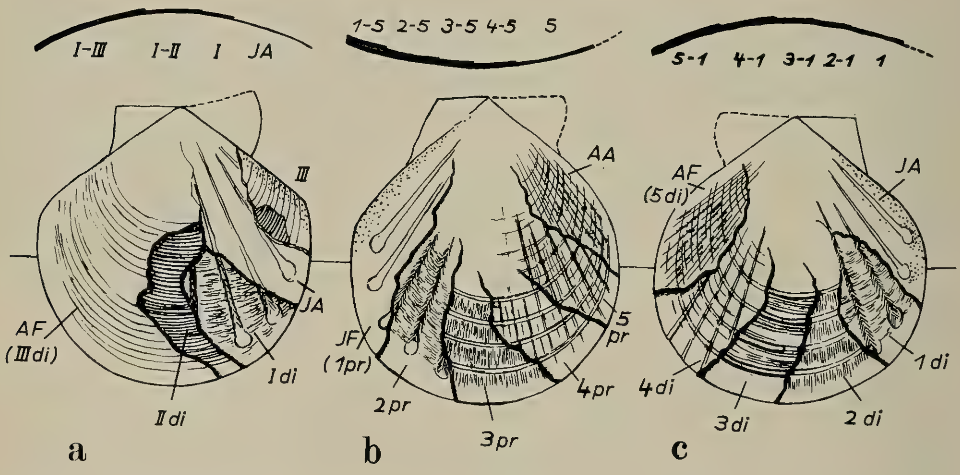


Abb. 9. Schalenschichten und Skulpturen (schematisch) von a: *P. pumilus* (rechte Klappe von außen, konvex) und b—c: linke Klappe von *P. personatum* von innen und außen. — Schalenschichten I—III bzw. 1—5 von innen gezählt; pr Proximalfläche, di Distalfläche, AA Außenabdruck, IA Innenabdruck, AF Außenfläche, IF Innenfläche der Klappe. Die dichte konzentrische Zwischenskulptur (II di) ist so bei *personatum* nicht beobachtet, dessen linke Klappe umgekehrt die von *pumilus* nicht bekannten Schnurrippen (4 pr) zeigt.

Fig. 9. Shell layers and sculptures (schematically) of a: *Parvamussium pumilus* (right valve seen from outside, convex) and b—c: left valve of *Parvamussium personatum* (from inside and outside). Shell layers I—III *(pumilus)*, 1—5 *(personatum)* respectively, numbered from inside. pr proximal surface, di distal surface, AA outer cast, IA inner cast, AF outer surface, IF inner surface. The dense concentric intermediate sculpture (II di) has not been observed in this mode on *personatum* which, in contrary, possess the „string-like" ribs (4 pr) in its left valve unknown from *pumilus*.

da dieser ja keine Daueranheftung bedeutet, mit Staesche (1926, 17) an wechselnd nektonisch-pseudoplanktonisches Verhalten gedacht werden kann.

Auf den Schichtflächen des Eisensandsteins liegen die Klappen oft entweder überwiegend gewölbt oben oder aber gewölbt unten eingeregelt, manchmal von Lage zu Lage wechselnd. Sie fanden ihre Ruhelage also teils in sehr stillem Was-

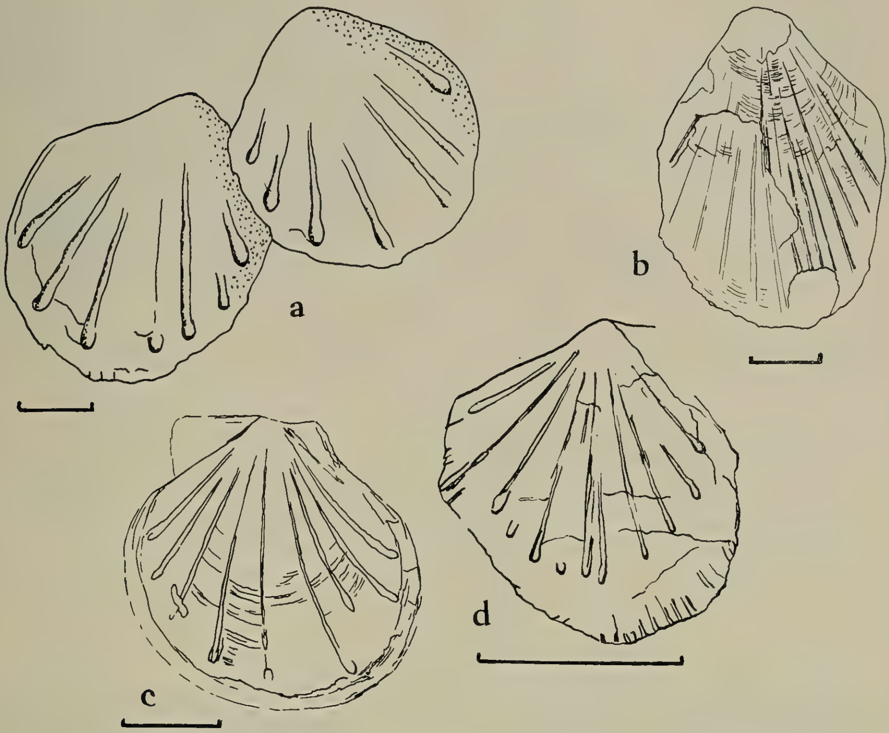


Abb. 10. a. *Parvamussium personatum* (Zieten). Zwei Klappen mit nur 7 Innenrippen, nebeneinander liegend, einem Individuum angehörend. Oberes Aalenium, Eisensandstein; Thurnau, Frankenjura. Klappenbreite 10 mm. (Geol. Inst. Münster B6.618.24.)
b. *Parvamussium* sp., Aalenium; Amône, Val Ferret, Schweiz. Höhe : Breite = 12:9 mm. (Geol. Inst. Münster B6.618.26.)
c. *Parvamussium personatum* (Zieten). Konvexer Abdruck einer linken Klappe mit schiefer Umrißform und nur 9 Innenrippen. (Es gibt aber auch schiefe Formen mit 13 Innenrippen.) Oberes Aalenium, Eisensandstein; Altenhimmel, Frankenjura. — x 3. (Geol. Inst. Münster B6.618.29.)
d. *Varientolium* cf. *laeviradiatum* (Waagen), Innenabdruck. Unteres Bajocium, Mergel über *sowerbyi*-Bank; Glems, Schwäbischer Jura. Erhaltene Breite 27 mm. (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Tübingen 1535/4. Leg. K. Westphal.)

Fig. 10. a. *Parvamussium personatum* (Zieten). Two valves showing only 7 internal ribs, situated in contiguity and belonging to one individual. Upper Aalenian, ferruginous sandstone; Franconian Jurassic. Width of valve 10 mm.
b. *Parvamussium* sp., Aalenian; Amône, Val Ferret, Switzerland. Hight : width = 12:9 mm.
c. *Parvamussium personatum* (Zieten). Convex cast of left valve with oblique outline and 9 internal ribs only. (There are, however, also oblique forms with 13 internal ribs.) Upper Aalenian, ferruginous sandstone; Franconian Jurassic.
d. *Varientolium* cf. *laeviradiatum* (Waagen). Internal cast, Lower Bajocian marls; Glems, Swabian Jurassic. Width preserved = 27 mm.

ser ohne, teils in etwas bewegterem Wasser erst nach Kippung durch Bodenströmungen. Dazwischen gibt es auch Horizonte mit sehr unruhiger, teilweise schräger oder senkrechter Einlagerung in noch bewegterem Milieu. Die Eisensandsteine bildeten sich demnach unter rasch wechselnden Strömungsbedingungen. Doppelklappen wurden, selbst in Tonen, nur als große Ausnahme beobachtet. Die Trennung muß nach dem Absterben sehr rasch erfolgt sein. Einmal allerdings weisen zwei im Eisensandstein nebeneinander liegende Klappen mit nur sieben Innenrippen (Abb. 10 a) darauf hin, daß hier eines der seltenen, so skulptierten Exemplare noch doppelklappig an den Einbettungsort gelangte. Bezüglich der durchweg guten Erhaltung wies Staesche auf die bei so flacher Klappenform fehlende Eignung zu postmortalem Bodentransport nach dem Niedersinken hin. Für die — abgesehen von den Sandsteinen — gewöhnlich gute Erhaltung der kalzitischen Schale selbst — also Überlieferung nicht nur der Form, sondern auch des Materials und damit der Zwischenskulpturen ohne diagenetische Zerstörung — ist das Fehlen von Aragonit bei den Pectiniden maßgeblich. Das nahezu völlige Fehlen vor der Einbettung zerbrochener Schalen hängt mit ihrer für die geringe Größe beträchtlichen Dicke (Vielschichtigkeit) und mit der durch die Zwischenskulpturen und inneren Leistenrippen gegebenen Versteifung der Schale zusammen.

Einzelfunde *personatum*-verwandter Parvamussien

a. Aus dem alpinen Aalenium:

Parvamussium sp.

Abb. 10 b

Aus dem Aalenium von Amône (Val Ferret, Südsaum der altjurassischen Montblanc-Insel) liegt ein Exemplar mit *personatum*-ähnlicher Innen- und Außenskulptur vor. Es unterscheidet sich von den bisher beschriebenen Formen dadurch, daß der Apikalwinkel geringer (< 90°) und die Höhe wesentlich größer als die Breite ist. Damit erinnert der Umriß an den von Morris & Lycett (1853) aus dem englischen Inferior und Great Oolithe abgebildeten „? *Pecten personatus* Goldfuss“.

b. Aus dem Oxfordium des Schwäbischen Juras:

Parvamussium aff. *personatum* (Goldfuss)

Abb. 11 und Taf. 5, Fig. 1—4

Fundschicht und Fundort: Impressa-Mergel des Weißen Juras alpha am Sattelbogen zwischen Hoher Teck und Rauber über dem Lenninger Tal.

Finder: Oberlehrer i. R. E. Lindenlaub (1960).

Es handelt sich um ein nur 7 mm hohes und 6 mm langes, doppelklappiges Exemplar, das in Form eines oxydierten violettbraunen Eisenkieskerns mit kalzitischen Schalenresten nur unvollständig erhalten ist. Der Nachweis der charakteristischen kräftigen Innenrippen an losgelösten Schalenstücken bestätigt die vermutete Zugehörigkeit zu *Parvamussium*.

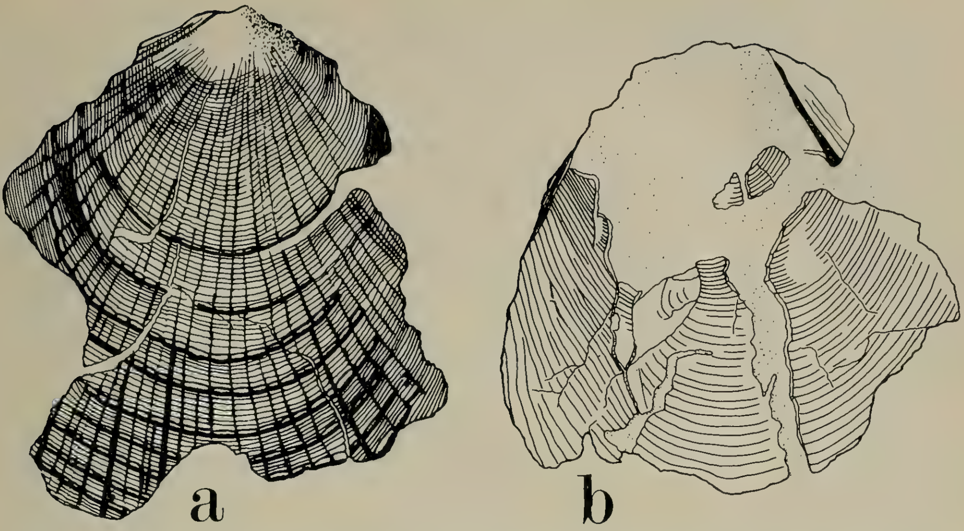


Abb. 11. *Parvamussium* aff. *personatum* (ZIETEN). Verkiestes doppelklappiges Fragment.
a. Linke Klappe mit dem verhältnismäßig groben Gitter der Zwischenskulptur, die infolge Zerstörung der Außenschicht freiliegt.
b. Rechte Klappe mit freiliegender dichter konzentrischer Zwischenskulptur.
Oberes Oxfordium, Weißer Jura alpha; Sattelbogen unter Teck, Schwäbischer Jura. — x 11. (Geol. Inst. Münster B 6.6.8.25.)

Fig. 11. *Parvamussium* aff. *personatum* (ZIETEN). Pyritized bivalvous fragment.
a. Left valve with intermediate grated sculpture, exposed due to destruction of external shell layer.
b. Right valve with exposed intermediate sculpture of dense concentric ribs.
Upper Oxfordian, Swabian Jurassic. — x 11.

Die Skulpturen der beiden Klappen schienen zunächst mit keiner der in der Literatur beschriebenen *Parvamussium*-Arten übereinzustimmen. Erst ein langwieriger Vergleich zeigte, daß es sich um die oben beschriebenen, verborgen ausgebildeten Zwischenskulpturen handelt. Das Exemplar vom Sattelbogen ist also nicht nur im Umriß unvollständig erhalten, sondern auch seiner äußeren Schalenschicht(en) entledigt, wie das ebenso für verkiest erhaltene Exemplare aus dem Bajocium von Ledde gilt.

Die ausgeprägte Gitterskulptur der linken Klappe mit radialen und — diese unter einem Knötchen kreuzenden — konzentrischen Rippen, beide je in zwei verschiedenen Stärkeklassen, entspricht der *fenestrale*-Skulptur von *personatum*, worauf vor allem die schnurförmigen konzentrischen Hauptrippen weisen. Die scharfen, gleichmäßigen, konzentrischen Rippen der rechten Klappe aber entsprechen deren beschriebener Zwischenskulptur, die uns insbesondere bei *pumilus* (Taf. 5, Fig. 6) begegnet ist, aber wohl auch bei *personatum* nicht fehlt.

Obwohl diese beiden Zwischenskulpturen bei dem Exemplar vom Sattelbogen besonders prägnant erhalten sind und vielleicht auch schon ursprünglich prägnanter als sonst ausgebildet waren, erscheint der Nachweis einer neuen Art durch dieses einzige Stück noch nicht erbracht, so daß es einstweilen als aff. *personatum* geführt werden mag. Diese Art oder nahe Verwandte von ihr reichen also bis ins Oxfordium.

Zu diesen nahen Verwandten gehört auch der von NEUMAYR (1871) aus Oxfordium-Kalken des Balkans als Seltenheit beschriebene „*Pecten penninicus*". Die beiden Originalstücke (Taf. 4, Fig. 8) sind mit einem *Phylloceras*-Gehäuse zusammen eingebettet. Das eine davon ist eine linke Klappe mit Innenabdruck und einem Relikt der äußeren Gitterskulptur (NEUMAYR vermutete hierin eine rechte Klappe). Auffallend sind hier die gegen den Stirnrand hin etwas gebogenen Innenrippen, was aber bei *Parvamussium personatum* (Abb. 10 c) auch gelegentlich vorkommt. Das etwas tiefer liegende andere Stück trägt deutliche, dichte, aber weiche konzentrische Berippung und läßt nur bei sehr günstiger Beleuchtung eine schwache radiale Wellung erkennen, die dennoch auch hier für eine linke Klappe spricht. Wahrscheinlich liegt hier nicht die äußere, sondern eine tiefere Zwischenskulptur frei, worauf auch eine feine Fuge zwischen Matrix und erhaltener Schale weist.

Es wäre allerdings auch denkbar, daß bei dieser Art die Ränder beider Klappen stärker als bei *pumilus* und *personatum* korrespondierten (S. 3), so daß sich die am Mantelrand gebildete radiale Skulptur auch auf die rechte Klappe auswirken konnte.

Der Vergleich von *P. penninicum* (NEUMAYR) mit unserem etwa gleichalterigen Exemplar vom Sattelbogen ist wegen der je nach Erhaltungsselektion unterschiedlich erscheinenden Skulpturen nicht sicher möglich.

Das Exemplar vom Sattelbogen dürfte der wohl einzige im Oxfordium Deutschlands bisher gelungene Fund dieser Gattung sein. Denn ein aus dieser Stufe früher erwähntes und skizziertes „*Variamussium* cf. *quinquenarium* BERCKH." (HÖLDER 1942: 329, Abb. 1) gehört offenbar weder zu dieser Art noch Gattung.

Parvamussium-verwandte großwüchsige Jura-Formen

Parvamussium dumortieri nova sp.

1874 *Pecten pumilus* (LAMARCK). — DUMORTIER: S. 195, Taf. 44, Fig. 1—5.

Holotypus: Das Exemplar zu DUMORTIER: Fig. 5 (= unsere Fig. 7 auf Taf. 4) Muséum d'Histoire naturelle Lyon, no. 9075.

Derivatio nominis: Nach E. DUMORTIER (1801—1876), der die Form zuerst beschrieben hat.

Stratum typicum et locus typicus: Toarcien, Bassin du Rhône.

Diagnose und Differentialdiagnose: Skulpturelle Merkmale beider Klappen wie bei *pumilus*, jedoch um ein Mehrfaches größer und mit stumpferem Apikalwinkel.

Beschreibung: Die Übereinstimmung der zarten Gitterskulptur der linken Klappe sowie der fast glatten rechten Klappe mit der kleineren Art *pumilus* ist frappant. Der Apikalwinkel der hier neu begründeten Art beträgt jedoch dicht am Wirbel 125° und später 130°, womit seine Weite zwar auch, aber nicht nur eine Folge des stärkeren Größenwachstums ist.

Die Größe der in hartem Toarcium-Kalk des Rhone-Beckens vorkommenden Form erreicht 50 x 42 mm. DUMORTIER hat die beiden dort häufigen Formen in derselben Art vereinigt. Der Fall erinnert an die ähnlich größen-(freilich vielleicht gar gattungs-) unterschiedenen Formen von *Steinmannia* [„*Posidonia*"] *bronni* (VOLTZ) var. parva und var. magna im schwäbischen oberen Lias epsilon.

Das Verhältnis der kleinen und großen Form bleibt problematisch. Eine artliche Unterscheidung erscheint aber bei den unterschiedlichen Merkmalen ebenso begründet wie zweckmäßig.

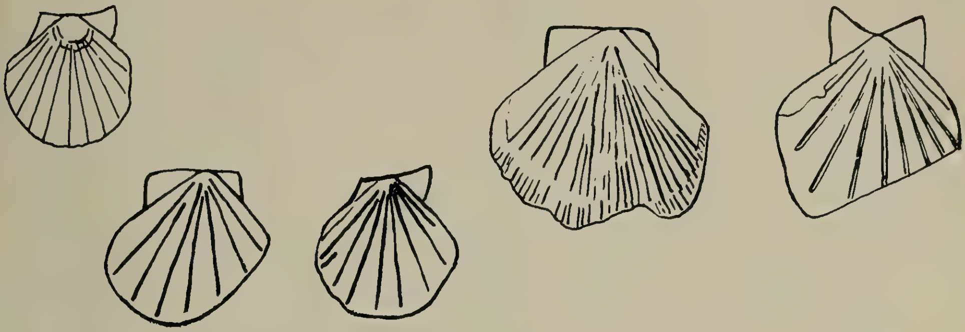


Abb. 12. Parvamussien aus dem Toarcium des Pamirs.
Von links nach rechts: „*Amussiopsis paradoxa* (Goldfuss)", Innenabdruck der rechten Klappe, x 2; *Amussiopsis pamirica* Andrejeva, Innenabdruck der linken und rechten Klappe, x 2; *Varientolium horridum* Andrejeva, Außenseite der linken und Innenabdruck der rechten Klappe, x 1; alle Ansichten konvex. Nach T. F. Andrejeva 1966, Taf. 2.

Fig. 12. Parvamussids from the Toarcian of the Pamir.
From left to right: „*Amussiopsis paradoxa* (Goldfuss)", internal cast of the right valve, x2; *Amussiopsis pamirica* Andrejeva, internal casts of the left and right valve, x2; *Varientolium horridum* Andrejeva, external view of the left and internal casts of the right valve, x 1; the views convex. — After Andrejeva 1966, pl. 2.

Varientolium cf. *laeviradiatum* (Waagen)

Abb. 10 d; Taf. 3, Fig. 6.

* 1876 *Pecten laeviradiatus* Waagen. — Waagen: S. 633, Taf. 31, Fig. 4.
1915 *Variamussium laeviradiatum* (Waagen). — Paris & Richardson: S. 528, Taf. 44, Fig. 1 a—c.
1926 *Variamussium laeviradiatum* Waagen 1867. — Staesche: S. 86, Taf. 6, Fig. 8—9.

Die von Andrejeva (1965) aufgestellte Gattung mit der Typusart *Varientolium horridum* Andrejeva (Abb. 12) aus dem Jura des Pamirs unterscheidet sich von *Parvamussium* dadurch, daß die rechte Klappe vorn und hinten gleichmäßig spitzgeflügelte Ohren trägt, während bei *Parvamussium* nur der Saum des Vorderohrs — schwächer — ansteigt. Staesche (1926: 85, 87) spricht von „Hörnern" und deutet sie als Stabilisierungsfläche beim Schwimmen. Das bei *Parvamussium* und *Varientolium* übereinstimmende Merkmal der Innenrippen im Dienste der Schalenverstärkung hat sich offenbar schon im Jura in verschiedenen Entwicklungslinien eingestellt oder aber zur Entfaltung mehrerer Entwicklungslinien Anlaß gegeben.

K. Westphal fand in den Sandmergeln über der Sowerbyi-Bank (Bajocium-Basisbank) des Schwäbischen Juras zwei möglicherweise zu *Varientolium laeviradiatum* gehörende Abdrücke (ohne Erhaltung der Ohren). Das größere der beiden Exemplare (28 × 28 mm, Abb. 10 d) zeigt etwas unregelmäßig angeordnete

Innenrippen und einen dichten, ebenfalls unregelmäßig berippten inneren Randsaum.

Im Britischen Museum (natur. Hist.) liegt ein Exemplar aus dem oberen Toarcium von Beaminster (England), das wir auf Taf. 3, Fig. 6 zur Abbildung bringen.

Literatur

[Mit Nachweisen seit Staesche (1926, 84) beschriebener *Parvamussium*-Vorkommen in eckiger Klammer.]

Andrejeva, T. F. (1966): Пластинчатожаберные из юрских отложений юговосточного и центрального Памира.- [Lamellibranchiaten aus jurassischen Ablagerungen des südöstlichen und des zentralen Pamir.] — Trudy upravlenija geologii sovjeta Tadschikskoj SSR, Paleont. i Stratigr., 2, 70 S., 23 Taf.; Moskau. — [*Amussiopsis paradoxa* (Goldf.), *A. pamirica* n. sp. = *personatum* var. *subpersonatum* Staesche in H. de Terra 1932].

Bronn, H. G. (1837): Lethaea geognostica. 2. Aufl. 1, 544 S., 1 Atlas; Stuttgart.

Dumortier, E. (1874): Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône. IV. Lias supérieur: 196, Taf. 44, Fig. 1—5; Paris.

De la Beche, H. T. (1832): Handbuch der Geognosie. Bearb. von H. v. Dechen (unter Mitarbeit von L. v. Buch). Berlin. — [S. 412, 423: Erwähnung von *Pecten contrarius* v. Buch]

Hallam, H. (1977): Jurassic bivalve biogeography. — Paleobiology, 3, 58—73; Chicago.

Hashimoto, W. & Tamura, M. (1969): Report on geological and palaeontological reconnaissance of Malaysia. — Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ., 17, 34—50. — [*Parvamussium* sp. cf. *hinagense* Tamura im Obertithon von Borneo]

Hauff, B. (1921): Untersuchung der Fossilfundstätten im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs. — Palaeontographica, 64, 1—42, 21 Taf.; Stuttgart.

Hayami, I. (1972): Lower Jurassic Bivalvia from the environs of Saigon. — Geol. Palaeont. Southeast Asia (G. P. S. E. A.), 10, 179—230; Tokyo (Univ. Tokyo Press.) — [*Parvamussium donaiense* Mansuy]

Hillebrandt, A. von (1970): Zur Biostratigraphie und Ammoniten-Fauna des südamerikanischen Jura (insbes. Chile). — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 136/2, 166—211, 3 Abb., 2 Tab.; Stuttgart. — [S. 187: Erwähnung von *Variamussium andium* (Tornquist)]

Hinkelbein, K. (1975): Stratigraphie und Fazies im Mitteljura der zentralen Iberischen Ketten. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 148, 139—184; Stuttgart. — [S. 163: *Propeamussium (Propeamussium), Propeamussium (Parvamussium)*]

Hölder, H. (1942): Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Lauchheim (Ostalb). — N. Jb. Mineral. etc., Beil.-Bd. 86 (B), 315—389, 11 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

Krimholz, G. [Hrsg.] (1947): Atlas of the guide forms of the fossil faunas of the USSR. 8. The Lower and Middle Jurassic. — 279 S., 60 Abb., 49 Taf.; Moskau & Leningrad. — [Russisch] — [*Var. personatum*: S. 135, Taf. 17, Fig. 12—14]

Krumbeck, L. (1926): Stratigraphische und biologische Studie über den untersten Dogger bei Hetzles am Leyerberg unweit Erlangen (Nordbayern). — Z. deutsch. geol. Ges., 77 (1925), 1—83; Berlin.

Kuhn, O. (1935): Revision der Opalinuston-(Dogger-Alpha)-Fauna in Franken, mit Ausschluß der Cephalopoden. — Paläont. Z., 17, 109—158; Frankfurt.

Lanquine, A. (1929, 1935): Le Lias et le Jurassique des Chaînes provençales. — Bull. Serv. Carte géol. France, 32 u. 33; Paris.

Lehmann, U. & Hähnel, W. (1964): Steinkernerhaltung der Poren in Schalen von *Chatwinothyris lens* (Brachiop). — Aufschluß, Sonderh. 14 „Funde u. Fundmöglichkeiten in Niederdeutschland", 103—104, 3 Abb.; Heidelberg.

Moore, R. C. (Ed.) (1969): Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. N, 1, Bivalvia; Lawrence/Kansas (University of Kansas).

Mansuy, H. (1914): Gîsement liasique des Schistes de Trian (Cochinchina). — Mém. Serv. géol. Indochine, 3/2, 37—39; Hanoi. — [S. 37, Taf. 4, Fig. 3: *Pecten (Amussium* Klein) *donaiensis* nov. sp., Unt. Toarcium; mit 7 Innenrippen.]

Morris, J. & Lycett, J. (1853): A monograph of the Mollusca from the Great Oolite, chiefly from Michinhampton and the Coast of Yorkshire. II. Bivalves. — Monogr. palaeontograph. Soc., 80 S., 8 Taf.; London.

Neumayr, E. (1871): Jurastudien. 4. Die Verbreitung der Oxfordgruppe im östlichen Theile der mediterranen Provinz. — Jb. k.k. geol. Reichsanst., **21**, 355—378, Taf. 18—21; Wien. — [*Var. penninicum* (Neumayr), Oxfordium.]

Noutsoubidze, K. (1966): Нижнеюрская фауна Кавказа.- [Eine unterjurassische Fauna des Kaukasus.] — 212 S., 41 Taf.; Tbilissi. — [S. 21, Taf. 3, Fig. 3: *Variamussium personatum.*]

Paris, E. T. & Richardson, L. (1915): Some Inferior Oolite Pectinidae. — Quart. J. geol. Soc. London, **71**, 521—528, 2 Taf.; London.

Polubotko, I. V. & Repin, Sch. S. (1974): Aalenian stage stratigraphy of the north-eastern parts of the USSR. — In: V. N. Sachs (Hrsg.): Biostratigraphy of Boreal Mesozoic. — Acad. Nauk SSSR, Sibir. Abt., **136**, 91—101; Novosibirsk. — [Russisch] — [*Variamussium olenekense* Bodyl., Aalenium, USSR.]

Quenstedt, F. A. (1857): Der Jura. — 842 S., 100 Taf.; Tübingen.

Sato, T. (1975): Marine Jurassic formations and faunas in Southeast Asia and New Guinea. — Geol. Palaeont. Southeast Asia (G. P. S. E. A.), **15**, 151—189; Tokyo (Univ. Tokyo Press).

Saurin, E. (1935): Etudes géologiques sur l'Indochine du Sud-Est (Sud-Annam, Cochinchine, Cambodge oriental). — Bull. Serv. géol. Indochine, **22/1**, 419 S.; Hanoi. — [*Pecten (Amussium) pumilus* var. *dinaiensis* Mansuy.]

Skwarko, S. K. (1974): Jurassic fossils of Western Australia. 1. Bajocian Bivalvia of the Newmarracarra Limestone and the Kojarena Sandstone. — Bull. Dept. Minerals, Energy, **156** (Palaeont. Pap. 1972), 57—109, 6 Abb., 16 Taf.; Canberra. — [S. 80, Taf. 26, Fig. 2—3: *Propeamussium (Parvamussium) geelwinki* n. sp., Bajocium.]

Staesche, K. (1926): Die Pectiniden des Schwäbischen Jura. — Geol. paläont. Abh., n. F., **15**, 1—136, 12 Abb., 6 Taf.; Jena.

Stevens, G. R. (1967): Upper Jurassic Fossils from Ellsworth Land, West Antarctica, and Notes on Upper Jurassic Biogeography of the South Pacific Region. — New Zealand J. Geol. Geophys., **10**, 345—393, 45 Abb.; Wellington. — [S. 358, Abb. 20—24: *Variamussium lyonense* n. sp., Oberjura, Ellsworth Land. — Ausführlicher Vergleich mit anderen Arten.]

Tamura, M. (1973): Two species of Lower Cretaceous *Parvamussium* from Kyushu, Japan, and Sarawak, Borneo. — Geol. Palaeont. Southeast Asia (G. P. S. E. A.), **11**, 119—124; Tokyo (Univ. Tokyo Press). — [*Parvamussium* sp. cf. *hinagense* Tamura, Ob. Tithon, Borneo.]

Termier, H. (1936): Etudes géologiques sur le Maroc Central et le Moyen Atlas septentrional. II. Paléontologie, pétrographie. — Not. Mém., **33**, 1085—1566, 28 Taf.; Rabat. — [S. 1323, 1324, 1368.]

Vacek, M. (1886): Über die Fauna der Oolithe von Cap S. Vigileo. — Abh. k.k. geol. Reichsanst., **12**; Wien.

Vörös, A. (1970): The Lower and Middle Jurassic bivalves of the Villany Mountains. — Ann. Univ. Sci. budapest., Sect. geol., **14** (1970), 167—208, 5 Taf.; Budapest. — [S. 181, Taf. 2, Fig. 1: *Propeamussium brevicostatum* n. sp. aus dem Callovium.]

Waagen, W. (1867): Über die Zone des *Ammonites Sowerbyi.* — Benecke's geognost.-paläont. Beitr., **1**, 505—665, Taf. 24—34; München.

Whidborne, G. F. (1883): Notes on some Fossils, chiefly Mollusca, from the Inferior Oolite. — Quart. J. geol. Soc. London, **39**, 487—540, Taf. 15; London.

Yamani, S. (1975): Zur Bivalven-Fauna der Korallenkalke von Laisacker bei Neuburg a. d. Donau. — Palaeontographica, A, **149**, 31—118, 43 Abb., 6 Taf.; Stuttgart. — [S. 54: *Propeamusium (Parvamusium) stoliczkai* (Gemmellaro, 1872).]

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. H. Hölder, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität, Gievenbecker Weg. 61, D-4400 Münster.

Tafel 1

Fig. 1—5. *Parvamussium pumilus atlasense* nova subsp.

1—2. Zwei linke Klappen von außen; 2: Holotypus. — x 2,8.
3. Konvexer Innenabdruck von außen.
4—5. Zwei rechte Klappen von außen.
Oberes Unter-Toarcium, Ait Athmane, Ziz-Tal, südlicher Hoher Atlas, Marokko. — Geol. Inst. Münster B6.618.1, 3, 5. Der Holotypus Fig. 2 und der Paratypus Fig. 4 werden dem Service géologique du Maroc in Rabat übergeben.

Fig. 8. *Parvamussium personatum* (Zieten). Beleutung von rechts!
Konkave Innenansicht der relativ grobgegitterten Zwischenskulptur der linken Klappe mit flachgepreßten konzentrischen, bräunlichen „Schnurrippen". — x 6,5.
Oberes Aalenium, Eisenoolithkalk, Wasseralfingen. — Geol. Inst. Münster B6.618.15.

Fig. 6,7,9. *Parvamussium personatum* (Zieten).
Skulptur wie Fig. 8, kleineres Exemplar in Außenansicht (konvex). Anstelle der konzentrischen „Schnurrippen" sind die ihnen einwärts entsprechenden Furchen erhalten. Fig. 6 und 7 in verschiedener Beleuchtung (Fig. 6 gepudert). Weiße konzentrische Linien = Lichtreflexe an den Furchen. — x 4,5 und x 12.
Unteres Bajocium, *sowerbyi*-Bank, Glems, Schwäbischer Jura. — Geol.-Paläont. Inst. Univ. Tübingen Nr. 1535/3 (leg. K. Westphal 1963).

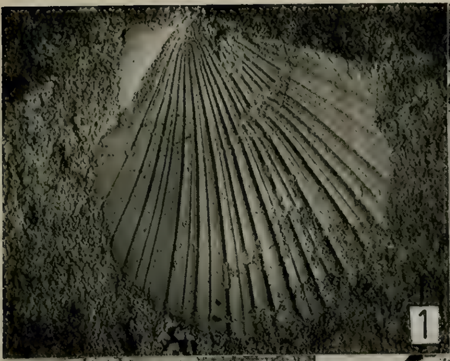
Plate 1

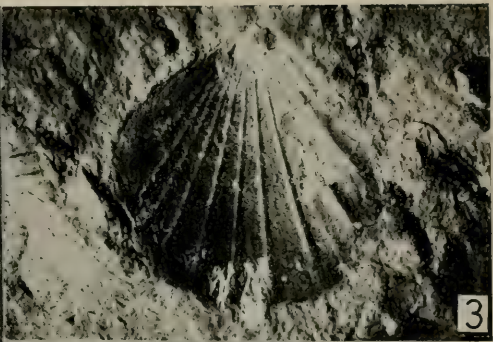
Fig. 1—5. *Parvamussium pumilus atlasense* nova subsp.

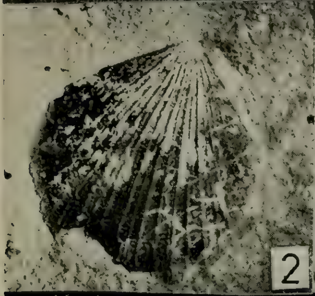
1—2. Two left valves, external view; 2: Holotype. — x 2,8.
3. Convex internal cast of one valve.
4—5. Two right valves, external view.
Upper Toarcian, southern High Atlas, Marocco. (Specimens of figs. 2 and 4 stored in the collection of the Service géol. Maroc, Rabat)

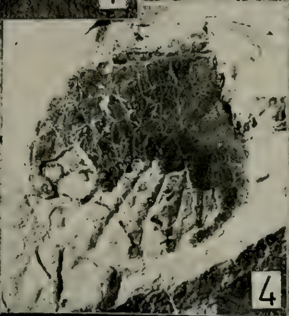
Fig. 8. *Parvamussium personatum* (Zieten).
Concave internal view of the relatively thick, grated sculpture of the intermediate layer of the left valve with depressed concentric, brownish „string-like" ribs. — x 6,5. Light from the right side.
Upper Aalenian, Iron oolitic limestone, Swabian Jurassic.

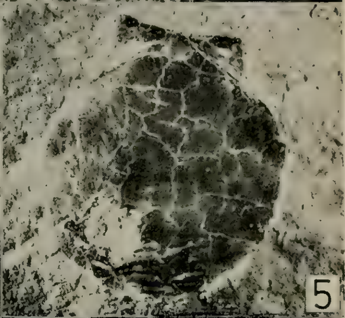
Fig. 6,7,9. *Parvamussium personatum* (Zieten).
Sculpture as in fig. 8, external view of smaller specimen (convex). Concentric furrows appear instead of the corresponding „string-like" ribs. Fig. 6 and 7 under different lighting (Fig. 6 is powdered). White lines are light reflexes along the furrows. — Fig. 7: x 4,5; fig. 8: x 12.
Lower Bajocian, sowerbyi-bed, Swabian Jurassic.

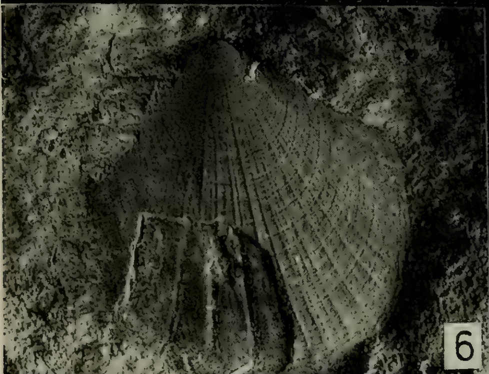

1

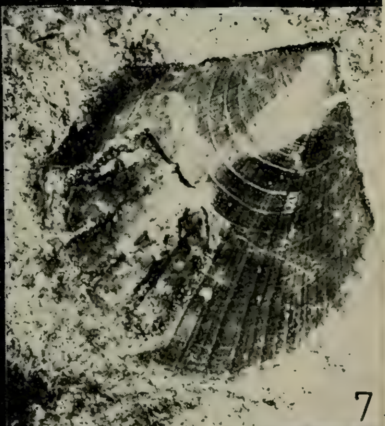

3

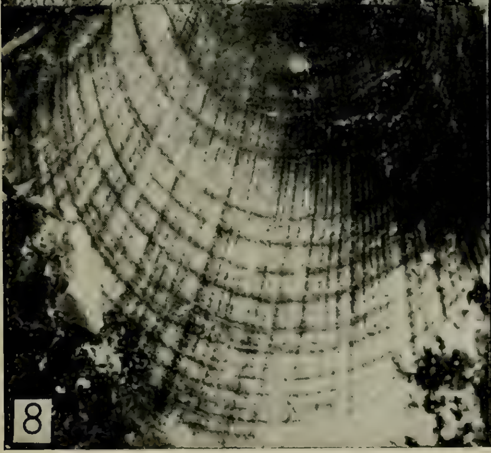

2

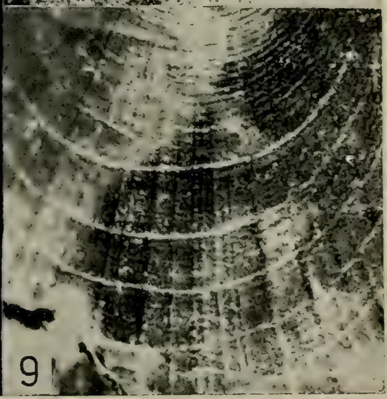

4


5


6


7


8


9

Tafel 2

Parvamussium personatum (Zieten)

Teilweise verkieste Exemplare aus Unter-Bajocium-Tonen, Ledde, Tecklenburger Land (Westfalen).

Fig. 1. Innenabdruck (im Bild oben rechts) und Schalenfragment der linken Klappe mit freigelegter Zwischenskulptur (Schicht 3 distal) aus konzentrischen Hohlrippen mit FeS_2-Füllungen („Schnurrippen"). Die radialen Rippen der äußeren Gitterskulptur prägen sich als schwach radiale Linien bis hierher durch. Ansicht konvex, von außen. — x 15.
Geol. Inst. Münster B6.618.7.

Fig. 2. Zwischenskulptur wie bei Fig. 1. — x 7,5.
Geol. Inst. Münster B6.618.17.

Fig. 3. Ausschnitt aus Fig. 2, die Füllungen der „Schnurrippen" in Furchen und die abgebrochenen Stümpfe der einschließenden Hohlrippen zeigend. Leichte Diskordanz zwischen konzentrischen Furchen (mit „Schnurrippen") und Feinrippen (Anwachslinien). Die Anwachslinien kreuzen sich mit radialen, im Bild nicht sichtbaren Kalzitfasern (Fig. 4). — x 25.

Fig. 4. Konzentrische Schnurrippen, körnig. Zwischenfelder mit radial gerichteten Kalzitkristallen (vgl. Taf. 6, Fig. 2). Anwachslinien nicht sichtbar. — x 50.
Stereoskan-Aufnahme Inst. Med. Physik Univ. Münster 70/1426. Geol. Inst. Münster B6.618.17a.

Plate 2

Parvamussium personatum (Zieten)

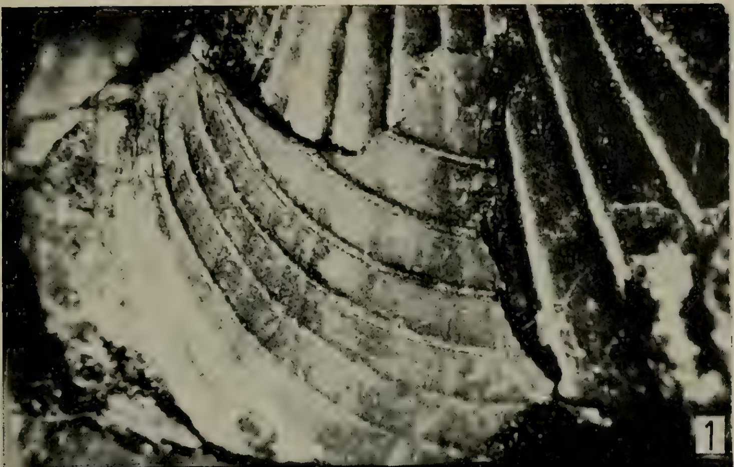
Partly pyritized specimens from the Lower Bajocian, northwestern Germany.

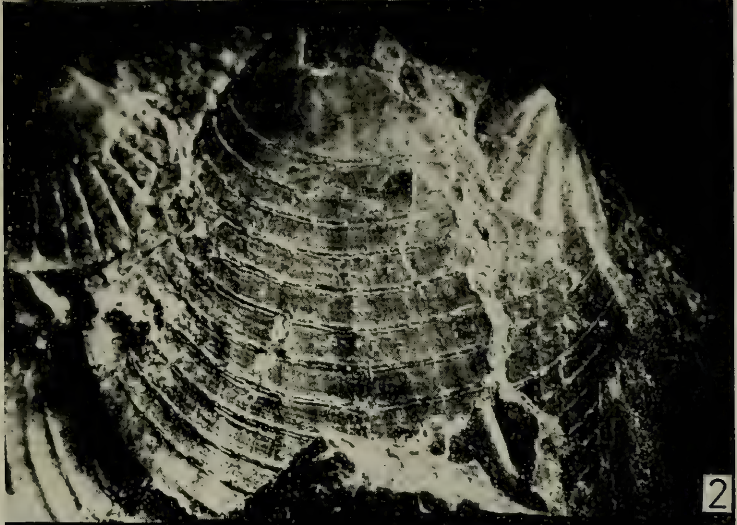
Fig. 1. Internal cast (top right) and shell fragment of left valve with exposed sculpture of intermediate layer (layer 3 distally) of concentric hollow ribs („string-like" ribs) filled with pyrite. The radial ribs of the outer lattice-sculpture are imprinted as faint radial lines. View convex from external side. — x 15.

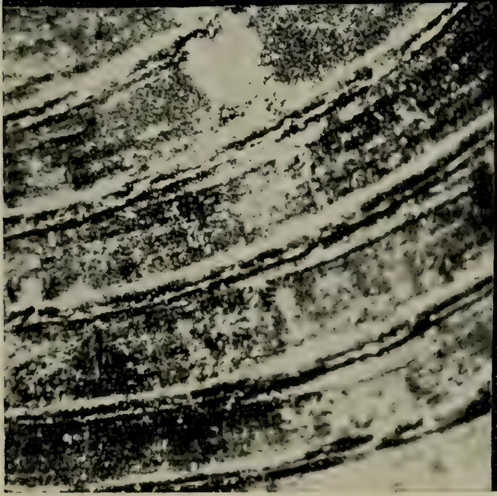
Fig. 2. Sculpture of intermediate layer as in Fig. 1.—x 7,5.

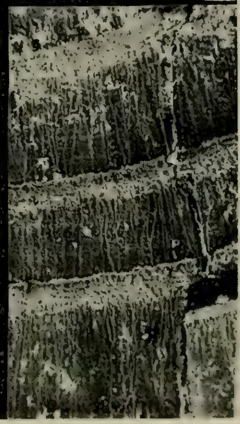
Fig. 3. Enlarged part of Fig. 2 showing concentric „string-like" ribs arranged in furrows together with the broken-off relics of the surrounding hollow ribs. There is slight discordance between concentric furrows (with „string-like" ribs) and fine concentric ribs (growth lines). The growth lines are crossed by radial Calcitic fibres not visible on the photography (see Fig. 4). — x 25.

Fig. 4. Granulated concentric string-like ribs. Intermediate spaces showing radially directed calcitic crystals (see Pl. 6, Fig 2). Growth lines not visible. — Stereoscan, — x 50.


1


2


3


4

Tafel 3

Fig. 1—5. *Parvamussium fenestrale* (Whidborne) [? = *P. personatum* (Zieten)].

Fig. 1. Linke Klappe. — × 7.
Inferior Oolite, „*discitae* Hemera", Bradford Abbas. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42016.

Fig. 2. Linke Klappe mit konzentrischen Furchen und ihnen eingelagerten, reliktisch erhaltenen „Schnurrippen". — × 14.
Inferior Oolite, „*shirbuirniae* Hemera"; Gryphite Grit, Leckhampton Hill b. Cheltenham. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42012.
Inferior Oolite, „*murchisonae* Hemera"; Baggerbush lane Quarry, Bradford Abbas, Dorset. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42017.

Fig. 3. Ausschnitt einer linken Klappe. Die konzentrischen Furchen sind durch eine sich vom Wirbel her darüber lagernde Schalenschicht etwas überdacht. — x 7.
Inferior Oolite, „*discitae* Hemera", Castle Farm Quarry, Dundry Hill b. Bristol. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42014.

Fig. 4. Typische „Fenster"-Skulptur der linken Klappe mit radialen Rippen und konzentrischen Furchen, in denen z. T. „Schnurrippen" enthalten sind; in den „Fenstern" feine konzentrische Berippung. Rechts oben Abdruck der radialen Innenrippen. — x 8.

Fig. 5. Ausschnitt aus Fig. 4. „Schnurrippen" in den konzentrischen Furchen. — x 14.

Fig. 6. *Varientolium* sp.
Die Einbuchtung unter dem einen Ohr spricht für die rechte Klappe. Die Zuordnung der (mit Tusche nachgezogenen) konzentrischen Rippen als Außen- oder Zwischenskulptur wäre noch zu prüfen. — x 2,2.
Oberes Toarcium, Yeovilian, *moorei*-Zone, 1 mile ESE Beaminster. — Brit. Mus. natur. Hist. (ohne Nr.).

Plate 3

Fig. 1—5. *Parvamussium fenestrale* (Whidborne) [? = *P. personatum* (Zieten)]

Fig. 1. Left valve. — x 7.
Inferior Oolite; Bradford Abbas. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42016.

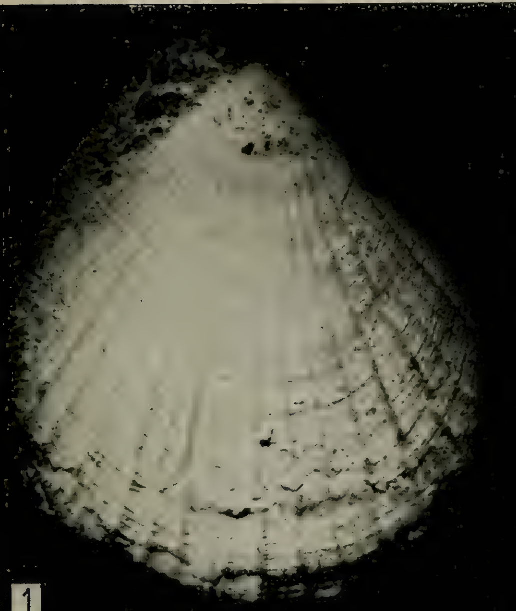
Fig. 2. Left valve with concentric furrows and inserted relictic „string-like" ribs. — x 14.
Inferior Oolite; Leckhampton Hill near Cheltenham. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42012.

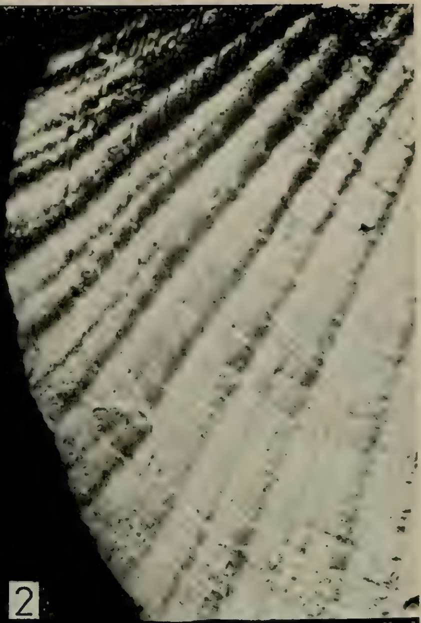
Fig. 3. Section of left valve. The concentric furrows are slightly covered by a thin shell layer from the direction of the umbo. — x 7.
Inferior Oolite; Dundry Hill near Bristol. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42014.

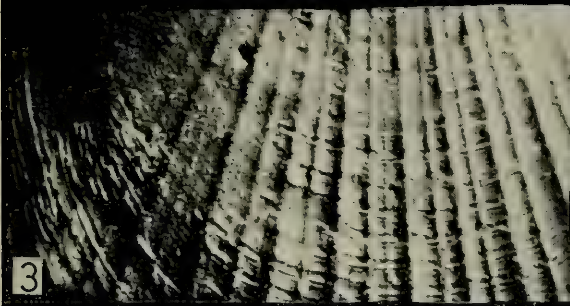
Fig. 4. Characteristic „window"-sculpture of left valve with radial ribs and concentric furrows in which string-like ribs are partly preserved; „windows" showing slightly concentric ribs. Top right: cast of some radial ribs. — x 8.
Inferior Oolite; Bradford Abbas, Dorset. — Brit. Mus. natur. Hist. L 42017.

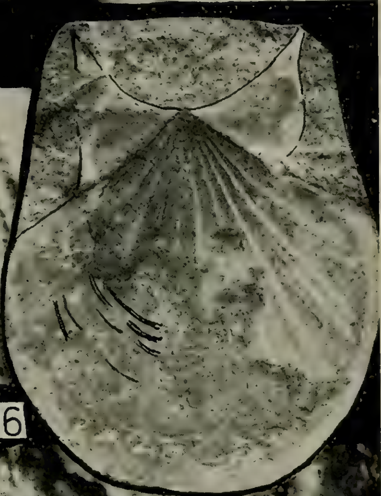
Fig. 5. Enlarged part of fig. 4. „String-like" hollow ribs in concentric furrows. — x 14.

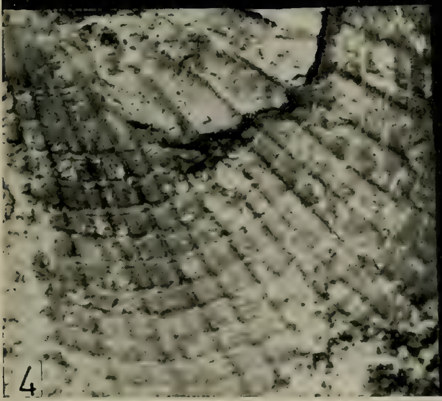
Fig. 6. *Varientolium* sp.
The incision below the one (anterior) auricle indicates a right valve. It is still doubtful if the concentric ribs (pencilled black) belong to the internal sculpture or that of an intermediate layer. — x 2,2.
Upper Toarcian, 1 mile ESE Beaminster. — Brit. Mus. natur. Hist. (without number).

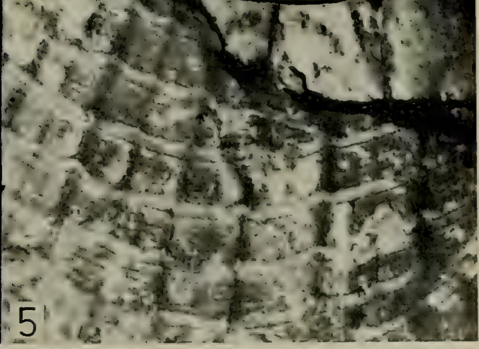

1


2


3


6


4


5

Tafel 4

Fig. 1—5. *Parvamussium personatum* (Zieten), Außenabdrücke linker Klappen mit variabler Radialskulptur; Beleuchtung von links. Häufigste Form Fig. 3 und 5; Fig. 4 vermittelt zu der zartskulptierten Form Fig. 1 und 2, für die große Regelmäßigkeit der Hauptrippen bezeichnend ist. — x 3.
Oberes Aalenium, Brauner Jura beta, Eisensandstein; Altenhimmel b. Mistelgau, Frankenjura. — Geol. Inst. Münster B 6.618.27 (Fig. 1—5 auf einer Muschelplatte).

Fig. 6. *Parvamussium personatum,* Außenabdruck der rechten Klappe. (Vgl. den ähnlichen Abdruck Abb. 5 d.) — x 4.
Gleiche Herkunft wie Fig. 1—5. — Geol. Inst. Münster B 6.618.28.

Fig. 7. *Parvamussium dumortieri* nova sp. = „*Pecten pumilus* (Lamarck)" Dumortier 1874, Taf. 44, Fig. 5. Großwüchsige Art mit stumpf gewinkeltem Wirbel.
7 a: Neuabbildung nach Präparation. — x 1.
7 b: Figur des gleichen Stücks bei Dumortier, etwas vergrößert.
Muséum Hist. natur. Lyon Nr. 9075.

Fig. 8. *Parvamussium penninicum* (Neumayr 1871) = *Pecten penninicus* Neumayr 1871, Taf. 21, Fig. 4 (dort seitenverkehrt kopiert). Linke Klappe mit Innenrippen (Abdruck) und äußerer Gitterskulptur; darunter liegendes Exemplar mit konzentrischer und sehr schwacher radialer Skulptur. Beide Klappen von außen gesehen. — x 4.
Oxfordium (Zone des *Euaspidoceras oegir);* Stankowa bei Maruszina, Penninischer Klippenzug, Galizien. — Geol. Bundesanstalt Wien.

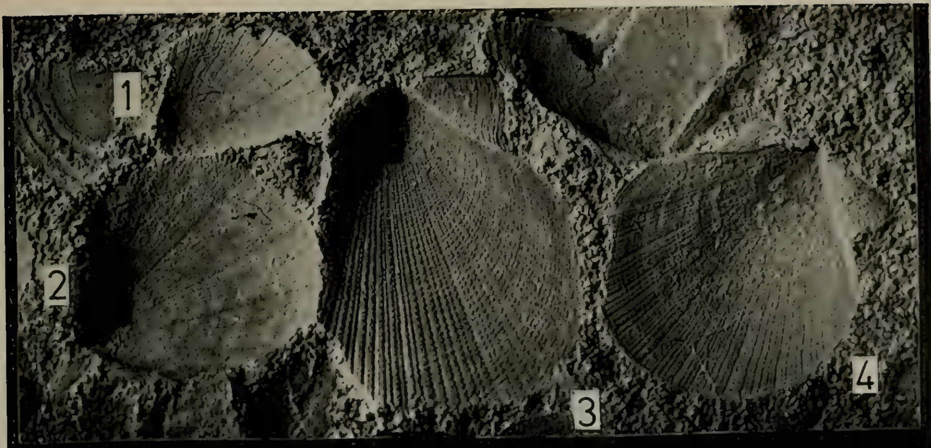
Plate 4

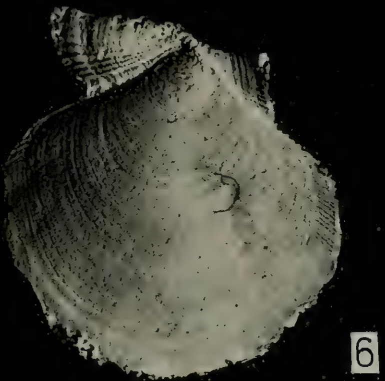
Fig. 1—5. *Parvamussium personatum* (Zieten), concave casts of external sculpture of left valves in ferruginous sandstone; light from the left. Figs. 3 and 5 show the most frequent form of radial sculpture; fig. 4 is intermediate to the delicate sculpture of figs. 1 and 2 which is characterized by a great regularity of the main ribs. — x 4.
Upper Aalenian, Franconian Jurassic.

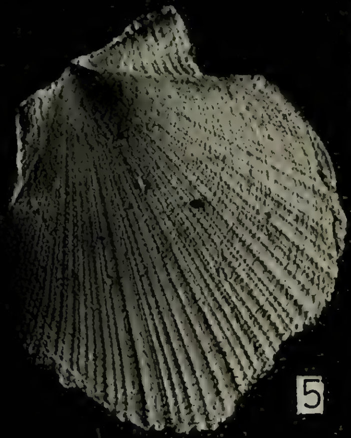
Fig. 6. *Parvamussium personatum,* concave cast of external sculpture of a right valve. From the same locality as fig. 1—5. — x 4.

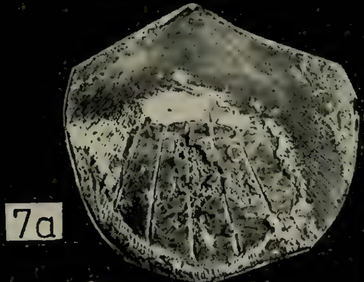
Fig. 7. *Parvamussium dumortieri* nova sp. = „*Pecten pumilus* (Lamarck)" Dumortier 1874, pl. 44, fig. 5. Large species with obtusely angled beak.
7 a: Dumortiers specimen after preparation for this paper. — x 1.
7 b: Dumortiers figure (1874, pl. 44, fig. 5) which shows the specimen somewhat enlarged in the original state of preparation.

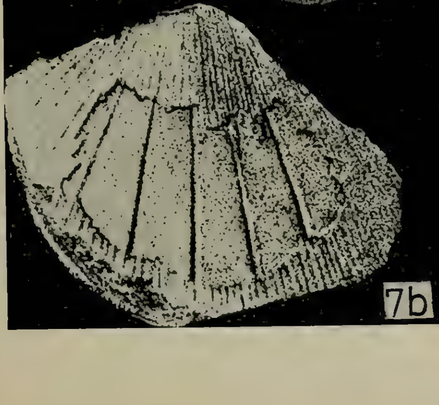
Fig. 8. *Parvamussium penninicum* (Neumayr 1871), left valve with casts of internal ribs and external crossed sculpture. Below: another specimen (perhaps left valve also) with concentric and very weak radial sculpture. — x 4.
Oxfordium, Galicia, USSR.

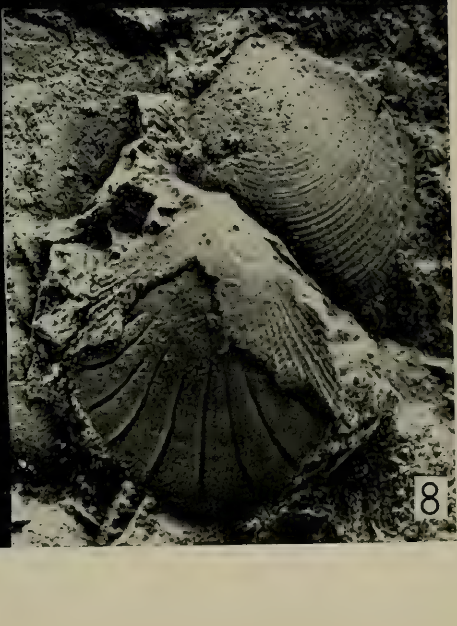

1
2
3
4


6


5


7a


7b


8

Tafel 5

Fig. 1—4. *Parvamussium* aff. *personatum* (ZIETEN), verkiestes Exemplar.

1: Linke Klappe, konvex; äußerste Schalenschicht wahrscheinlich zerstört. Erhalten ist die darunter folgende, gröbere Gitterskulptur mit markanten konzentrischen Schnurrippen. — x 8,5.

2: Ausschnitt von 1. Stereoskan-Aufnahme Inst. Med. Physik Univ. Münster, 71/3428. — x 10.

3: Noch stärker vergrößerter Ausschnitt. — x 20.

4: Rechte Klappe, konvex, mit dichter, an das oberliassische *P. pumilus* erinnernder konzentrischer (?Zwischen-) Skulptur (Fig. 6). — x 20.

Unteres Ober-Oxfordium, Weißer Jura ober-alpha (Impressa-Mergel); Sattelbogen an der Teck (Schwäbischer Jura). Finder: Oberlehrer i. R. E. LINDENLAUB. — Geol. Inst. Münster B 6.618.25.

Fig. 5. *Entolium demissum* (GOLDFUSS). Schalenbruchstück mit dichter konzentrischer Zwischenberippung, an *P. pumilus* erinnernd. Innenrippen fehlen jedoch. — x 15.
Oberes Aalenium, Eisenoolitkalk (zusammen mit *P. personatum);* Wasseralfingen. — Geol. Inst. Münster B 6.618.17.

Fig. 6. *Parvamussium pumilus* (LAMARCK). Schalenbruchstück, konkav von innen, mit teilweise erhaltener dichter konzentrischer Zwischenberippung. — x 9.
Oberes Unter-Toarcium, Schwarzer Jura ober-epsilon, Schwäbischer Jura; Wittberg bei Metzingen. — Paläont. Museum Berlin, aus dem Originalmaterial zu L. v. BUCHS *Pecten contrarius.*

Plate 5

Fig. 1—4. *Parvamussium* aff. *personatum* (ZIETEN), pyritized specimen.

1: Left valve, convex view with preserved relatively coarse, grated sculpture showing prominent concentric string-like ribs below the external layer which is probably destroyed. — x 8,5.

2: Part of fig. 1. — x 10.

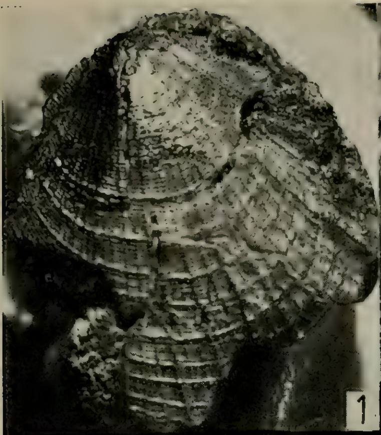
3: Same part, further enlarged. — x 20.

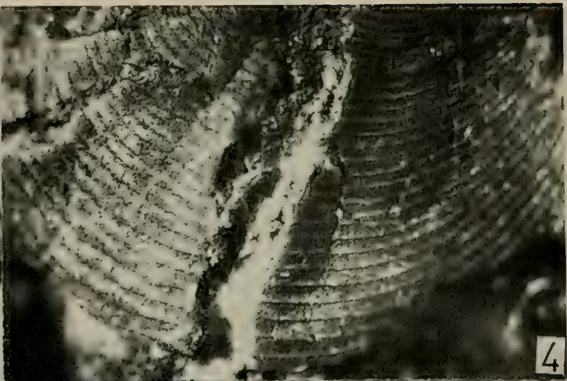
4: Right valve, convex view with dense concentric sculpture (of the intermediate layer?) recalling to the concentric sculpture of the Toarcian *P. pumilus* (fig. 6). — x 20.

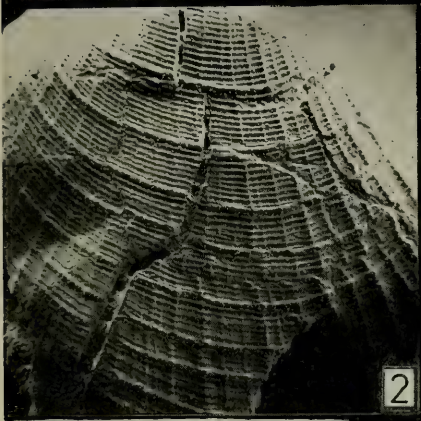
Upper Oxfordian, Swabian Jurassic.

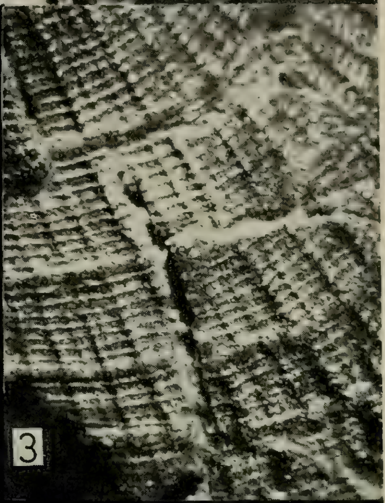
Fig. 5. *Entolium demissum* (GOLDFUSS). Shell fragment with dense concentric ribs similar to *P. pumilus.* Internal ribs, however, are lacking. — x 15.
Upper Aalenian, Iron oolitic limestone, Swabian Jurassic.

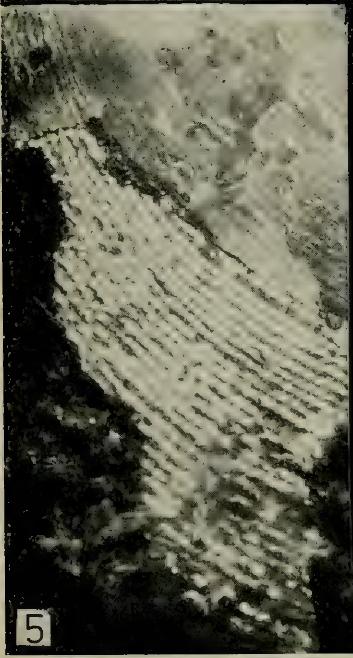
Fig. 6. *Parvamussium pumilus* (LAMARCK). Shell fragment, concave internal view with partly exposed dense concentric ribs of the intermediate shell layer. — x 9.
Lower Toarcian, Swabian Jurassic. One of the original specimens of *Pecten contrarius* v. BUCH.

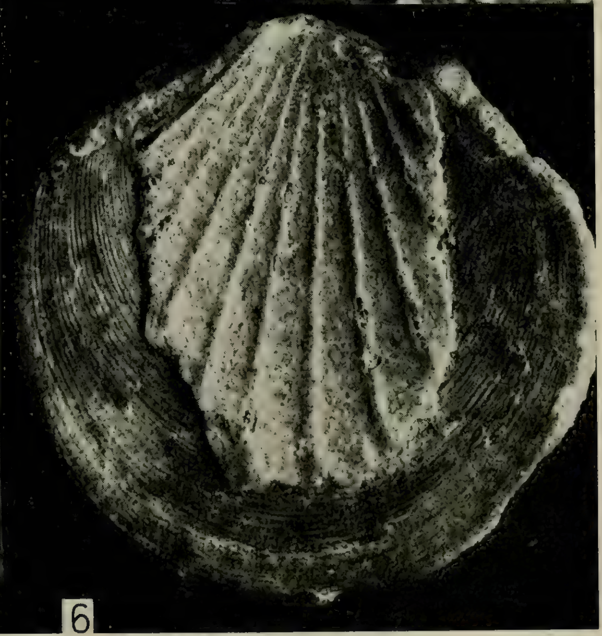

1


4


2


3


5


6

Tafel 6

Parvamussium personatum (Zieten)
Unterbajocium-Tone, Ledde, Tecklenburger Land, Westfalen.

Fig. 1—3. Konzentrische Zwischenrippen („Schnurrippen") mit körniger Struktur. Zwischenfelder mit schräg-radial gerichteten Kristalliten. Ansicht von distal. — Fig. 1: x 19; Fig. 2: x 100; Fig. 3: x 200.

Fig. 4—5. Radiale Innenrippen, der Deckschicht entblößt, mit fiederartiger Anordnung der Kristallite. Zwischenfelder mit innerer Deckschicht, die auch die unversehrte Rippe (Fig. 5 rechts oben) überzieht. Sie besteht in den Zwischenfeldern aus feinen konzentrisch angeordneten Kristalliten (s. Fig. 6), über den Rippen dagegen aus ungeregelten gröberen Kristalliten (Fig. 5 a). — Fig. 4: x 175; Fig. 5: x 44; Fig. 5 a: x 500.

Fig. 6. Innere Deckschicht eines Zwischenfeldes in stärkeren Vergrößerungen als in Fig. 5. — Fig. 6: x 175; Fig. 6 a: x 500.

Stereoskan-Aufnahmen:
Fig. 1—6: Geol.-Paläont. Inst. Univ. Göttingen 21089-91/1571/3 und 21092, 21094, 21095/1571/4.
Fig. 5a und 6a: Inst. Med. Physik Univ. Münster 71/3805, 71/3806.

Plate 6

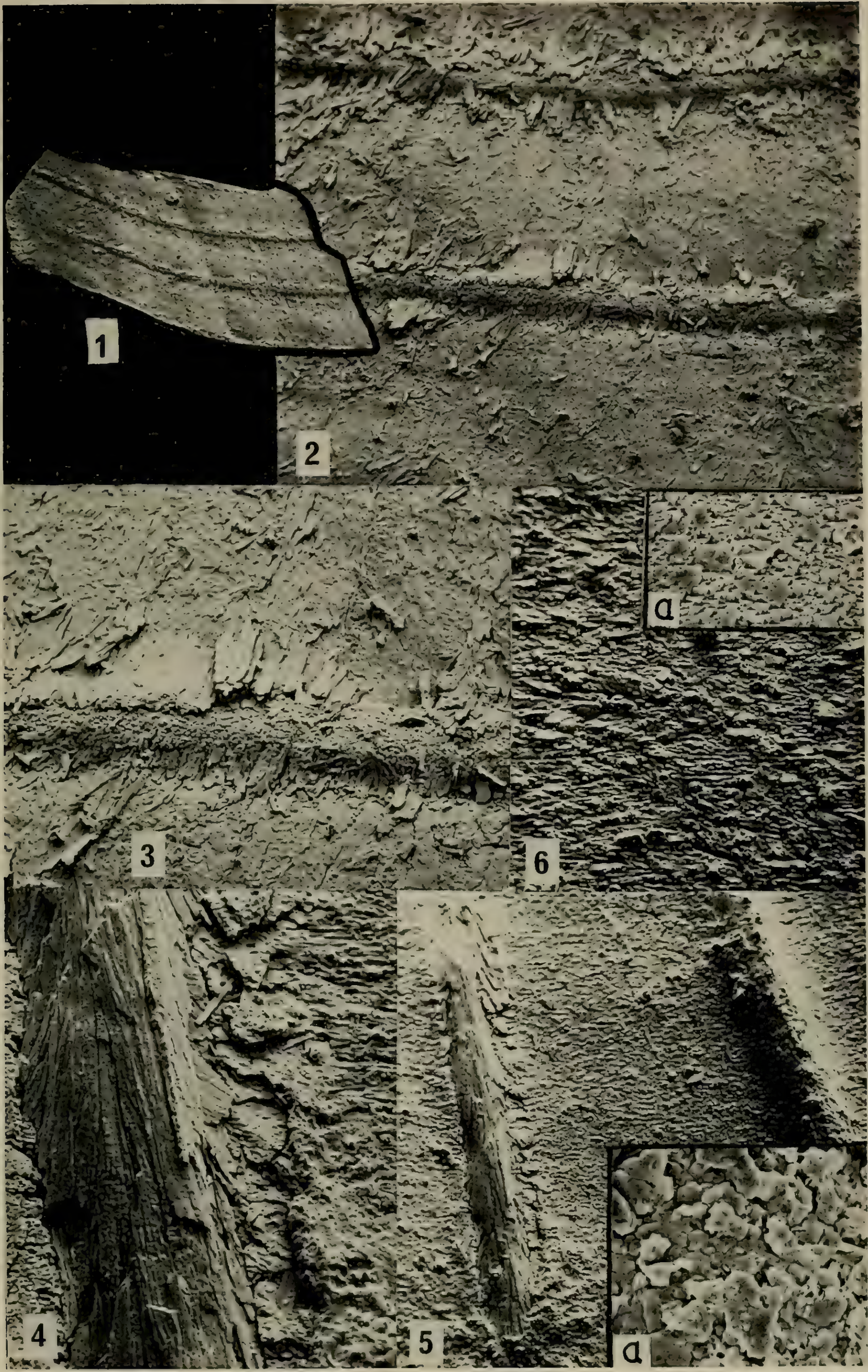
Parvamussium personatum (Zieten)
Lower Bajocian clays, northwestern Germany.

Fig. 1—3. Concentric ribs („string-like" ribs) of the intermediate layer with an irregularly granulated structure. Interspaces between the ribs with oblique-radially orientated crystallites. — Fig. 1: x 19; Fig. 2: x 100; Fig. 3: x 200.

Fig. 4—5. Radial internal ribs, bare of covering innermost layer, with a feathered arrangement of the crystallites. Interspaces with innermost layer covering also the intact rib (Fig. 5 top right). In the interspaces this innermost layer consists of fine concentrically arranged crystallites (see also Fig. 6) and above the ribs of irregular, coarser crystallites (Fig. 5 a). — Fig. 4: x 175; Fig. 5: x 44; Fig. 5 a: x 500.

Fig. 6. Internal covering layer of an interspace between the radial internal ribs, more enlarged than fig. 5. Crystallites concentrically arranged. — Fig. 6: x 175; Fig. 6a: x 500.

Stereoscan-pictures by Geol. Paläont. Inst. Univ. Göttingen and Inst. Med. Physik Univ. Münster.


1
2
a
3
6
4
5
a

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 39 Stuttgart 1978

Über zwei alpine Ammoniten aus dem Oberen Muschelkalk SW-Deutschlands

Von Max Urlichs, Ludwigsburg

Mit 1 Tafel u. 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus dem Oberen Muschelkalk SW-Deutschlands werden erstmals bestimmbare alpine Ammoniten, und zwar *Parasturia* cf. *emmrichi* und *Protrachyceras recubariense*, beschrieben. Durch den horizontierten Fund des *Protrachyceras recubariense* ist ein direkter Vergleich zwischen alpinem Unterladin und germanischem Oberen Muschelkalk möglich. Die mittlere *spinosus*-Zone SW-Deutschlands entspricht der *curioni*-Zone der Alpen.

Summary

From the Upper Muschelkalk of SW-Germany determinable alpine Ammonites, *Protrachyceras rebubariense* and *Parasturia* cf. *emmrichi*, are described for the first time. The discovery of *Protrachyceras recubariense* rendered it possible to compare the Lower Ladinian with the Upper Muschelkalk: The middle *spinosus* Zone of SW-Germany corresponds to the *curioni* Zone of the Alps.

1. Einleitung

Die Parallelisierung der germanischen mit der alpinen Trias ist in den letzten Jahren wieder in den Vordergrund gerückt (Krebs 1969, Rieber 1973, 1974, Kozur 1972, 1974, 1975, Urlichs 1977). Von früheren Autoren (Zusammenstellung siehe Pia 1930) werden vor allem Lamellibranchiaten zur Parallelisierung verwandt. Sie scheinen jedoch weniger gut geeignet zu sein, da ihre Lebensdauer oft länger als vermutet ist, und da sie z. T. ungenügend bekannt sind. Dies soll anhand von zwei Beispielen gezeigt werden.

Myophoria kefersteini wurde von verschiedenen Autoren (Kozur 1974, 50; 1975, 62; Zusammenstellung älterer Arbeiten siehe Pia 1930, 141—146) zur Parallelisierung der Bleiglanzbank (Gipskeuper, SW-Deutschland) mit den Raibler Schichten der Südalpen herangezogen. Bisher wurde angenommen, daß *Myophoria kefersteini* in den Alpen nur in den Raibler Schichten (Jul, ob. Unterkarn) und, weniger häufig, in den oberen Cassianer Schichten (Cordevol, unt. Unterkarn) auftritt. Die Art ist von Broili (1904) und Waagen (1907) weiterhin aus den Pachycardientuffen der Seiser Alm, die bis jetzt in das Jul (ob. Unterkarn) eingestuft wurden, beschrieben worden. Da aber die Pachycardientuffe aufgrund der Neubestimmung der Ammonitenfauna ins Langobard (Oberladin) zu stellen sind (Urlichs 1977), ist für *Myophoria kefersteini* eine recht lange Lebensdauer

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 39 Stuttgart 1. 12. 1978

vom Oberladin bis ins ob. Unterkarn nachgewiesen. Diese Art ist deshalb für eine exakte Parallelisierung nicht mehr brauchbar.

Aus dem Oberen Muschelkalk von Würzburg ist von TORNQUIST (1903) *Daonella franconica* beschrieben worden. Sie stammt nach TORNQUIST (1903, 84) aus dem „*Pecten discites*-Niveau", das der *evolutus*- und *spinosus*-Zone entspricht. Wegen des Auftretens einer Varietät von *Daonella franconica* in der *curioni*-Zone von Menorca parallelisieren TORNQUIST (1909, 909) und PIA (1930, 185—187, 199) den Muschelkalk von Menorca mit den „Discites-Bänken" des Oberen Muschelkalkes von Würzburg. KOZUR (1975, 62) verfeinert diese Datierung mit Hilfe von Conodontenfunden und er schreibt außerdem: „Für die Vertretung des Fassans im Germanischen Becken gab es bisher sehr wenige sichere Anhaltspunkte (z. B. das Vorkommen von *Daonella franconica* aus der oberen *spinosus*-Zone in der *curioni*-Zone der Balearen)". Auf den Balearen ist im unteren Teil des Oberen Muschelkalks jedoch nur die *curioni*-, nicht aber die *spinosus*-Zone nachgewiesen (s. HIRSCH 1977, 514). Die Exemplare von *Daonella franconica* von Menorca sind außerdem nach TORNQUIST (1909, 909) nur eine Varietät dieser Art mit zwei statt sonst drei Schaltrippen. Später sind die Daonellen aus Menorca von M. SCHMIDT (1936, 52) wieder als *Daonella lommelli* beschrieben und abgebildet worden, nachdem sie von MOJSISOVICS (1887) bereits als solche bestimmt waren. Weiterhin vermerkt KITTL (1912, 73) zu *Daonella franconica:* „Über Umriß und Wirbellage dieser Art ist nichts bekannt ... Es wird daher schwer sein, die Art anderwärts wieder zu erkennen." Deshalb ist es nicht verwunderlich, wenn RIEBER (1969) nicht auf *Daonella franconica* eingeht. Die Art ist für Parallelisierungen zu wenig bekannt.

In jüngster Zeit sind von KOZUR (1972, 1974, 1975) für den Vergleich der germanischen mit der alpinen Trias die bekannten, von PIA (1930) zusammengefaßten Tatsachen wieder vorgebracht worden. Zusätzlich wurden von KOZUR besonders Mikrofossilien zur Parallelisierung verwendet. KOZUR (1974, 168) schreibt hierzu: „Demgegenüber sind von vielen Mikrofossilgruppen schon weitreichende Kenntnisse über die phylogenetische bzw. phylomorphogenetische Entwicklung vorhanden und viele Entwicklungsreihen bekannt, wodurch die Mikrofossilien heute ungleich besser für stratigraphische Einteilungen und Korrelierungen in der Trias geeignet sind als die Ammoniten". Dagegen ist einzuwenden, daß die stratigraphische Reichweite der Mikrofossilien an Ammoniten-führenden Profilen geeicht sein müssen. Deshalb sind die Ammoniten auch heute noch für die Stratigraphie der Trias und die Parallelisierung der germanischen mit der alpinen Trias unentbehrlich, und es gilt nach wie vor die Feststellung von PIA (1930, 159): „Die meisten Anhaltspunkte für eine genaue Parallelisierung wird man sich von vornherein von den Zephalopoden erhoffen."

Folgende alpine Amoniten sind aus der germanischen Trias bekannt:

1. Verschiedene *Balatonites-*, *Beyrichites-* und *Acrochordiceras*-Arten aus dem Wellenkalk von Thüringen, Oberschlesien und Rüdersdorf b. Berlin, sowie *Paratrachyceras* aus dem Schaumkalk von Thüringen (Zusammenstellung siehe PIA 1930, 160—164). Anhand dieser Faunen stuft PIA (1930, 199) den Oberen Wellenkalk ins Hydasp (= Unteranis bei KOZUR 1974 = Bithynian von ASSERETO 1974) und den Schaumkalk ins Pelson (unt. Oberanis) ein.

2. Ein nicht näher bestimmbarer *Arcestes* aus dem Grenzbereich Mittlerer/Oberer Muschelkalk von Weil der Stadt/SW-Deutschland (HOHENSTEIN 1913, 258, Taf. 4, Fig. 33).

3. Ein nicht näher bestimmbarer alpiner Ammonit aus dem Oberen Muschelkalk von Ohrdruf/Thüringen (BÖTTCHER 1938, 105, Taf. 2, Fig. 2; MÜLLER 1973, 938, Abb. 4).

4. Weiterhin betrachtet MÜLLER (1973, 942) *Alloceratites schmidi* (ZIMMERMANN) aus dem Grenzdolomit (Unterer Keuper) Thüringens als einen Nachfahren von *Hungarites (Israelites) ramonensis,* der aus dem Fassan (Unterladin) von Maktesh Ramon/Israel stammt. Aus der gleichen Schicht beschreibt MÜLLER (1973) *Neoclypites peregrinus.* Diesen betrachtet er als nahen Verwandten von *Neoclypites desertorum* aus der *Joannites*-Zone vom New Pass/Nevada [1]), und stuft auf Grund dessen den Grenzdolomit ins Unterkarn ein.

Die Übersicht zeigt, daß bisher aus dem Oberen Muschelkalk Deutschlands keine bestimmbaren alpinen Ammoniten bekannt geworden sind. Nur aus den unter- und überlagernden Schichten wurden stratigraphisch verwertbare Ammonitenfunde beschrieben. Deshalb kommt den Ammoniten aus dem Oberen Muschelkalk SW-Deutschlands, die im folgenden dargestellt werden, besondere Bedeutung zu.

2. Die Neufunde

Aus dem Oberen Muschelkalk werden *Parasturia* cf. *emmrichi* von Schöntal bei Schwäbisch Hall und *Protrachyceras recubariense* von Weissach westlich von Stuttgart beschrieben.

Die *Pasturia* ist nur als *P.* cf. *emmrichi* (siehe S. 7—8) bestimmbar. Ihr Fundort sowie ihre Fundschicht sind nicht genau bekannt. In den Alpen kommt diese Art von der *trinodosus*-Zone (Oberanis) bis in die untere *archelaus*-Zone (Langobard, Oberladin) vor, so daß sich durch diesen Fund keine neuen, genaueren Parallelisierungsmöglichkeiten zwischen germanischer und alpiner Trias ergeben. Er ist jedoch ein Hinweis, daß zur Zeit des Oberen Muschelkalks die faunistischen Beziehungen zwischen den Alpen und dem germanischen Becken enger als bisher angenommen waren, wie es bereits MÜLLER (1973, 941) festgestellt hat.

Von dem als *Protrachyceras recubariense* (MOJSISOVICS) bestimmten Exemplar dagegen sind Fundpunkt und Fundschicht sehr genau bekannt. Das Stück wurde von Oberlehrer OTTO BURCKHARDT im Steinbruch am Winterrain bei Weissach (R 3496380/H 5412050, Blatt Nr. 7119 Rutesheim = Geol. Spezialkarte Württemberg Nr. 55 Weissach) gefunden und im Jahre 1922 der damaligen Württembergischen Naturaliensammlung geschenkt. Eine Verwechslung mit Ammoniten aus den Alpen kann mit Sicherheit ausgeschlossen werden, da O. BURCKHARDT ausschließlich Fossilien aus dem Muschelkalk Württembergs gesammelt hat. Seine Stücke von Weissach sind sogar sämtlich horizontiert entnommen; er hat hierzu ein Profil aufgenommen. Dieses Profil ist von KRANZ (1923, 18—20) und — mit umgekehrter Numerierung der Schichten — auch von FRIZ (1925, 110—111) veröffentlicht worden. Es läßt sich mit den im gleichen Bruch aufgenommenen lithofaziellen Profilen von Losch (1931, 77) und Vollrath (1955, 203—204) folgendermaßen korrelieren: Burckhardts (in: Kranz 1923, 18—20) Schicht XIV entspricht der Cycloidesbank γ und dem Mergelschieferhorizont γ bei Losch (1931) bzw. dem Tonhorizont γ bei Vollrath (1951), Schicht XI dem Mergelschieferhorizont β bzw. dem Tonhorizont β, Schicht VIII und IX der „Zone mit *Pecten subtilis*", die Mergel an der Basis von Schicht VII dem Mergelschieferhorizont α bzw. Tonhorizont α, und Schicht V der Spiriferina-Bank.

---

[1]) SILBERLING & TOZER (1968, 35) führen anstatt der *Joannites*-Zone die *desatoyense*-Zone ein und betrachten diese als Äquivalent der *aon*-Zone (Cordevol, Unt. Unterkarn).

Das *Protrachyceras recubariense* von Weissach ist von Burckhardt (in: Kranz 1923, 19) als „neue Ceratiten-Form" und von M. Schmidt (1922, XIV) als „ganz neue Form" aufgeführt worden. Es stammt aus Schicht IX, aus dem „Hauptlager des *Ceratites spinosus*" (Kranz 1923, 19 = Vollraths „Zone des *Pecten subtilis*"). Biostratigraphisch genauer läßt sich der Fund durch die Neubestimmung der im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart vorhandenen reichen Ceratiten-Sammlung aus dem Profil Weissach einstufen [2]). Im einzelnen enthalten die verschiedenen Fundschichten des Profils Weissach folgende Arten:

Schicht XII, Profil Kranz (1923, 18):
- C. *(Acanthoceratites) spinosus capricornu* Wenger [= *Ceratites ?similis* Riedel bei Kranz 1923, 18]

Schicht XI, Profil Kranz (1923, 18) = Tonhorizont β bei Vollrath (1955, 203):
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus postspinosus* Riedel
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus penndorfi* Rothe
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus capricornu* Wenger
- C. (*Progonoceratites*) *armatus possеckeri* Rothe

Schicht X, Profil Kranz (1923, 18):
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus spinosus* Philippi
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus penndorfi* Rothe
- C. (*Progonoceratites*) *armatus armatus* Philippi
- C. (*Progonoceratites*) *armatus humilis* Philippi
- C. *(Progonoceratites) armatus muensteri* Philippi
- C. (*Progonoceratites*) *armatus nobilis* Wenger
- C. (*Progonoceratites*) *armatus perkeo* Wenger

Schicht IX, Profil Kranz (1923, 19) = „Zone mit *Pecten subtilis*" bei Vollrath (1955, 204):
- *Protrachyceras rebubariense* (Mojsisovics)
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus capricornu* Wenger
- C. *(Acanthoceratites) spinosus spinosus* Philippi
- C. *(Acanthoceratites) spinosus praespinosus* Riedel
- C. (*Progonoceratites*) *armatus nobilis* Wenger

Schicht VIII, Profil Kranz (1923, 19) = „Zone mit *Pecten subtilis*" bei Vollrath (1955, 204):
- C. *(Acanthoceratites) spinosus spinosus* Philippi
- C. *(Acanthoceratites) spinosus praespinosus* Riedel
- C. (*Progonoceratites*) *armatus armatus* Philippi
- C. (*Progonoceratites*) *armatus* cf. *riedeli* Stolley

Nach Wenger (1957, 87—89) haben die Unterarten von C. (*Acanthoceratites*) *spinosus* folgende Verbreitung:
- C. *(Acanthoceratites) spinosus praespinosus:* untere *spinosus*-Zone
- C. *(Acanthoceratites) spinosus spinosus:* untere u. mittlere *spinosus*-Zone
- C. *(Acanthoceratites) spinosus capricornu:* mittl. u. obere *spinosus*-Zone
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus penndorfi:* mittl. u. obere *spinosus*-Zone
- C. (*Acanthoceratites*) *spinosus postspinosus:* obere *spinosus*-Zone

---

[2]) Die Bestimmungen führte freundlicherweise Dr. R. Mundlos durch, wofür ich mich herzlich bedanke.

Dr. R. Mundlos teilte mir mündlich mit, daß er diese Gliederung auch im Profil Neudenau nachweisen konnte. Nach dieser Einteilung gehört im Profil Weissach die Schicht VIII in die untere, Schicht IX und X in die mittlere sowie Schicht XI und XII in die obere *spinosus*-Zone.. Demnach ist die Fundschicht des *Protrachyceras recubariense* von Weissach in die mittlere *spinosus*-Zone einzustufen.

Ursprünglich wurde *Protrachyceras recubariense* von Mojsisovics (1882, 114) aus der *reitzi*-Zone der Südalpen beschrieben. Weitere Funde sind zusammen mit *Protrachyceras curioni* später von Tornquist (1898, 51—52) und Horn (1915, 20—21) aus der *reitzi*-Zone und von Pisa (1966, 646—652) aus der *recubariense*-Zone beschrieben worden.

Anstatt der *reitzi*-Zone schlägt Philipp (1904, 33) die „Zone des *Trachyceras Reitzi, Curioni* und *recubariensis*" vor. Später gelingt es Horn (1915), zwei Horizonte innerhalb der *reitzi*-Zone zu unterscheiden, einen unteren mit *Protrachyceras reitzi*[3]) und einen oberen mit *Protrachyceras curioni* und *P. recubariense.* Er schlägt jedoch für beide Horizonte keine getrennten Zonen vor. Spätere Autoren (z. B. Schmidt 1936) unterscheiden dann die *reitzi*-Zone und die *curioni*-Zone als zwei getrennte Zonen. Aus der *recubariense*-Zone beschreibt Pisa (1966) unter anderem als typische Ammoniten *Protrachyceras recubariense* und *Protrachyceras curioni,* d. h. die wichtigsten Arten aus der *curioni*-Zone. Deshalb ist die *recubariense*-Zone von Pisa ein jüngeres Synonym der *curioni*-Zone. Unter Berücksichtigung dieser nomenklatorischen Änderung stammen die bisherigen genau horizontierten Funde von *Protrachyceras recubariense* ausschließlich aus der *curioni*-Zone.

Nun ist *Protrachyceras recubariense* auch in der mittleren *spinosus*-Zone SW-Deutschlands nachgewiesen. Damit läßt sich die mittlere *spinosus*-Zone zum ersten Mal mit Hilfe eines alpinen Ammoniten mit der *curioni*-Zone (= Ob. Fassan, ob. Unterladin) der Südalpen parallelisieren.

Die nächst ältere Zone, die *evolutus*-Zone SW-Deutschlands, könnte ein zeitliches Äquivalent der *reitzi*-Zone sein, so daß die Grenze Anis/Ladin mit der Grenze *compressus-/evolutus*-Zone (= etwa Grenze mo_1/mo_2) zusammenfällt. Zu dem gleichen Ergebnis kamen bereits Pia (1930) und Kozur (1974, 1975) durch den Vergleich mit den Daonellen von Menorca sowie Kozur (1974, 1975) mit Hilfe von Conodonten. Zu einer anderen Grenzziehung kam Rieber (1973, 51) aufgrund phylogenetischer Überlegungen. Er leitete die Ceratiten des germanischen Beckens von *Serpianites curioni* und *S. luganensis* aus dem Oberanis des Tessins ab. Dies würde bedeuten, „daß die Grenze Anis/Ladin im Germanischen Becken etwa mit der Grenze Mittlerer/Oberer Muschelkalk zusammenfällt" (Rieber 1973, 82).

---

[3]) Bei *Protrachyceras reitzi* stehen sich die Externknoten alternierend gegenüber entlang der breiten, glatten Externseite. Da dieses Merkmal typisch für *Nevadites* ist, gehört diese Art vermutlich zu dieser Gattung.

3. Beschreibung der Arten

Gattung *Protrachyceras* Mojsisovics 1893

Protrachyceras recubariense (Mojsisovics)

Taf. 1, Fig. 1, Abb. 1

* 1882 *Trachyceras recubariense* E. v. Mojsisovics. — Mojsisovics: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, S. 114, Taf. 5, Fig. 3, Taf. 7, Fig. 1.

non 1886 *Trachyceras* cfr. *recubariense* Mojs. — Poflika: Beitrag zur Kenntnis der Fauna des Schlerndolomites. S. 595—596, Taf. 8, Fig. 1—2.

1898 *Protrachyceras recubariense* Mojs. — Tornquist: Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie ... S. 661—662.

1898 *Protrachyceras recubariense* E. v. Mojs. — Geyer: Cephalopoden aus den Buchensteiner Schichten bei Sappada, S. 133.

1901 *Protrachyceras recubariense* v. Mojs. — Diener: Mitteilungen über einige Cephalopodensuiten ... S. 24—25.

1915 *Protrachyceras recubariense* Mojs. — Horn: Über die ladinische Knollenkalkstufe in den Südalpen. S. 20—21.

1966 *Trachyceras (Protrachyceras) recubariense* Mojs. — Pisa: Ammoniti ladiniche dell'alta valle del Tagliomento. S. 646—652, Taf. 72, Fig. 1—2, Taf. 73, Fig. 1—2, Texttaf., Fig. 3 u. 5.

Beschreibung: Es liegt ein beidseitig korrodierter und etwas deformierter Steinkern vor, bei dem die Innenwindungen nicht erhalten sind. Nur auf der letzten halben Windung ist auf der einen Seite die Berippung deutlich und auf der nächsten inneren halben Windung schwach erkennbar. Die Rippen spalten jeweils an einem langgezogenen Umbilicalknoten in eine kräftige, radial verlaufende, und eine schwache, meist davor liegende, etwas provers gerichtete Rippe. Jeweils nach mehreren Rippen schaltet sich eine schwach ausgebildete Rippe ein. Die Rippen verlaufen radial bis schwach provers, biegen am Marginalrand schwach nach vorne um und enden in einem in Aufrollungsrichtung gestreckten Knoten. Diese Knoten stehen sich entlang der breiten, glatten Externseite gegenüber. Die Rippen sind am Marginalrand nicht so stark nach vorne gebogen wie bei den bisher beschriebenen Exemplaren, was eventuell mit der Erhaltung zusammenhängt.

Bei einem Durchmesser von 6,5 cm sind etwa 30 Rippen pro Umgang vorhanden. Das Original zu Mojsisovics (1882, Taf. 7, Fig. 2) ist dichter berippt[3]). Ein grob beripptes Exemplar hat Geyer (1898, 133) bekannt gemacht. Es ist von Pisa (1966, 650, Taf. 73, Fig. 2) neu untersucht und als extreme intraspezifische Varietät von *Protrachyceras recubariense* beschrieben worden. Bei diesem Exemplar ist wie bei vorliegendem Stück das Alternieren von schwach und stark ausgeprägten Rippen sehr gut erkennbar. Dieses Merkmal ist nach Diener (1901, 24) und Horn (1915, 21) ein typisches Kennzeichen für *Protrachyceras recubariense.*

Der Querschnitt ist bei vorliegendem Exemplar nicht rekonstruierbar, da es verdrückt und korrodiert ist. Die Nabelweite beträgt 39 %.

Die Lobenlinie ist einfach ceratitisch. Sie besteht aus breitem, glattem Externsattel, gezähneltem Laterallobus, glattem und gerundetem Lateralsattel und schwach gezähneltem Umbilicallobus. Die Lobenlinie stimmt im Bau sehr gut mit der von Pisa (1966, Texttaf. Fig. 3) abgebildeten überein, nur sind die Loben

---

[4]) Nach brieflicher Mitteilung von Dr. J. Helms ist das Stück im Museum für Naturkunde Berlin nicht auffindbar.

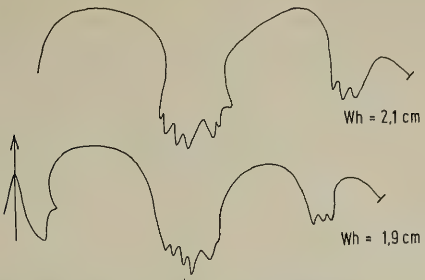


Abb. 1. Lobenlinie von *Protrachyceras recubariense* (MOJSISOVICS), untere *spinosus*-Zone, Weissach (Inv. Nr. 14443). — x 2.

nicht so scharf gezackt. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß vorliegender Steinkern angelöst ist. Dies ist deutlich an einigen Verdoppelungen der Lobenlinie zu erkennen.

Fundort und Fundschicht: Steinbruch am Winterrain bei Weissach (R 3496380/H 5412050) Blatt Nr. 7119 Rutesheim = Geol. Spezialkarte von Württemberg Nr. 55 Weissach, Schicht IX im Profil von O. Burckhardt (in: KRANZ 1923, 19).

Beziehungen: Siehe MOJSISOVICS (1882, 114) und PISA (1966, 651). Von den Ceratiten des germanischen Muschelkalkes unterscheidet sich *Protrachyceras recubariense* deutlich vor allem durch weniger Loben und Sättel, große Nabelweite und Knoten am Marginalrand.

Bemerkungen: *Protrachyceras recubariense* hat eine ceratitische Lobenlinie, bei der Typusart von *Protrachyceras*, *P. archelaus*, ist sie dagegen ammonitisch. Trotz dieses Unterschieds wird *P. recubariense* wie bisher bei *Protrachyceras* belassen, da mit vorliegendem Material keine Revision durchgeführt werden kann. Zu *Nevadites* gehört *P. recubariense* nicht, da die Marginalknoten annähernd korrespondieren und nicht wie bei *Nevadites* alternieren. Außerdem spalten die Rippen an den Umbilicalknoten und nicht wie bei *Nevadites* an den Lateralknoten auf.

Da keine Gattung bekannt ist, welche die Merkmale von *P. recubariense* aufweist, gehört die Art vermutlich zu einer neuen Gattung.

Vorkommen: In der *curioni*-Zone in den Südalpen und nun in der mittleren *spinosus*-Zone SW-Deutschlands.

Gattung *Parasturia* SPATH 1951

Parasturia cf. *emmrichi* (MOJSISOVICS)

Taf. 1, Fig. 2, Abb. 2

vgl. 1882 *Meekoceras emmrichi* E. v. MOJSISOVICS. — MOJSISOVICS: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, S. 213 Taf. 50, Fig. 4.

vgl. 1901 *Beyrichites emmrichi* MOJS. spec. var. — REIS: Eine Fauna des Wettersteinkalkes, S. 100, Taf. 6, Fig. 19, Taf. 19, Fig. 32.

Beschreibung: Es liegt ein Viertel eines Phragmocon-Umganges vor. Auf der Oberfläche sind zwei sichelförmige, nach vorn gerichtete, weit auseinanderstehende, wulstförmige Rippen vorhanden.

Der Querschnitt ist lanzettförmig. Er ist jedoch nur annähernd zu rekonstruieren, da der Steinkern im Nabelbereich auf einer Seite korrodiert ist. Die Externseite ist auf der Außenwindung abgestumpft, und auf der Innenwindung sind zwei Kanten vorhanden. Die größte Breite befindet sich bei 1/2 der Windungshöhe. Am Nabel ist eine deutliche Kante vorhanden, und der Abfall zum Nabel hin ist sehr steil.

Die ammonitische Lobenlinie ist nur teilweise erhalten, und zwar sind Externlobus, Laterallobus und 2 Umbilicalloben sowie dazwischen phylloide Sättel zu erkennen. Trotzdem läßt sich die Lobenlinie gut mit der von *Parasturia emmrichi* (Mojsisovics 1882, Taf. 50, Fig. 4a und 4c) aus der unteren *archelaus*-Zone (unt. Oberladin) vom Mte. Clapsovon/Karnische Alpen vergleichen. Jedoch sind die Sättel nicht so stark phylloid geschlitzt wie bei Mojsisovics dargestellt. Dieser Unterschied ist darauf zurückzuführen, daß bei vorliegendem Stück die Lobenlinie bei 1,9 cm Windungshöhe, bei der Erstbeschreibung von Mojsisovics dagegen bei etwa 3,0 cm Windungshöhe dargestellt ist.

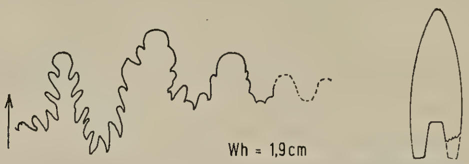


Abb. 2. Lobenlinie und Querschnitt von *Parasturia* cf. *emmrichi* (Mojsisovics), *evolutus*- bis *spinosus*-Zone, Schöntal bei Schwäbisch Hall (Inv. Nr. 14573). — Lobenlinie: x 2; Querschnitt: x 1.

Bemerkungen: Vorliegendes Stück kann nur als *Parasturia* cf. *emmrichi* bestimmt werden, da es lediglich fragmentär erhalten ist. Querschnitt und Rippenform stimmen völlig, die Lobenlinie in groben Zügen mit der Art überein.

Fundort: Schöntal bei Schwäbisch Hall. Die *Parasturia* stammt mit Sicherheit aus dem germanischen Muschelkalk, da sie auf einer Schichtfläche zusammen mit *Hoernesia socialis* und *Myophoria vulgaris* vorkommt (Taf. 1, Fig. 2). Das Handstück wurde von K. Frentzen gefunden und im Tausch 1922 von M. Schmidt (1924, XVI) für die damalige Württembergische Naturaliensammlung erworben.

Fundschicht: Als Fundschicht ist auf der Original-Etikette von K. Frentzen „Untere Nordosus-Schichten“ angegeben. Darunter versteht M. Schmidt (1928, 24) die Schichten zwischen Spiriferina-Bank und Cycloides-Bank γ. Sie umfassen die *evolutus*- und die *spinosus*-Zone.

Alter: *Parasturia emmrichi* wurde von Mojsisovics (1882, 219) aus der *archelaus*-Zone vom Mte. Clapsovon/Karnische Alpen und von Reis (1901) aus dem unteren Wettersteinkalk des Zugspitzmassivs beschrieben. Nach Pisa (1974) werden die Clapsovon-Kalke in die untere *archelaus*-Zone (unt. Langobard) eingestuft. Die Fauna aus dem Zugspitzmassiv soll nach Reis (1901) zeitgleich mit der Fauna von Reutte sein, die Assereto (1971) in die *trinodosus*-Zone einstuft. Da jedoch die Fauna vom Zugspitzmassiv nach Reis aus petrographisch verschiedenen Hangschuttblöcken gesammelt worden ist, stammt sie aus verschiedenen Schichten, und es ist fraglich, ob die gesamte Fauna altersgleich ist. Nach den bisherigen Beschreibungen ist *P. emmrichi* recht langlebig (fragliches Oberanis bis Oberladin), so daß sich durch den Fund dieser Art im Muschelkalk von Schöntal keine genauere Parallelisierung des germanischen Muschelkalks mit der alpinen Mitteltrias ergibt.

Für folgende Hilfen bedanke ich mich herzlich: Für Hinweise und Auskünfte bei Dr. G. Pisa † und Dr. J. Helms (Berlin), für Materialausleihe bei Dr. G. Schairer (München), für Bestimmung von Ceratiten bei Dr. R. Mundlos (Bad Friedrichshall), für Fotoarbeiten bei Herrn H. Lumpe (Ludwigsburg) und für Schreibarbeiten bei Frau J. Buchta (Ludwigsburg).

4. Literatur

ASSERETO, R. (1971): Die *Binodosus*-Zone. Ein Jahrhundert wissenschaftlicher Gegensätze. — Sitz.-Ber. Österreich. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. 1, 179, 25—53, 5 Abb.; Wien

— (1974): Aegean and Bithynian: proposal for two new Anisian substages. — Schriftenr. erdwiss. Komm. Österreich. Akad., Wiss., **2**, 23—39, 8 Abb.; Wien.

BÖTTCHER, J. (1938): Versteinerungen des Oberen Muschelkalks bei Ohrdruf als aufschlußreiche Dokumente für die Geschichte des deutschen Muschelkalkmeeres. — Beitr. Geol. Thüringen, **5**, 99—105, 2 Taf., Jena.

BROILI, F. (1904): Die Fauna der Pachycardientuffe der Seiser Alp (mit Ausschluß der Gastropoden und Cephalopoden). — Palaeontographica, **50**, 145—227, Taf. 17—27; Stuttgart.

DIENER, C. (1901): Mittheilungen über einige Cephalopodensuiten aus der Trias der Südalpen. — N. Jb. Mineral. Geol. u. Paläontol., Jg. **1901**, **2**, 23—36, Taf. 1; Stuttgart.

— (1915): Cephalopoda triadica. — Fossilium Catalogus, I: Animalia, **8**, 369 S.; Berlin.

FRIZ, O. (1925): Vorkommen und Verwendung nutzbarer Kalksteine in Süddeutschland. — 279 S., 85 Abb.; Berlin (Kalkverlag).

GEYER, G. (1898): Über ein neues Cephalopodenvorkommen aus dem Niveau der Buchensteiner Schichten bei Sappada (Bladen) im Bellunesischen. — Verh. k. k. geol. Reichsanst., **1898**, 132—143; Wien.

HIRSCH, F. (1977): Essai de correlation biostratigraphique des niveaux méso- et neotriasiques de facies „Muschelkalk" du domaine sépharade. — Cuadernos Geología Ibérica, **4**, 511—525, 1 Taf., 3 Abb.; Madrid.

HOHENSTEIN, V. (1913): Beiträge zur Kenntnis des Mittleren Muschelkalks und des Unteren Trochitenkalks am östlichen Schwarzwaldrand. — Geol. paläontol. Abh., N. F. **12/2**, 175—272, Taf. 12—19, 12 Abb.; Jena.

HORN, M. (1915): Über die ladinische Knollenkalkstufe der Südalpen. — 101 S., 2 Taf., 4 Abb.; Königsberg.

KITTL, E. (1912): Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae der Trias. — Res. wiss. Erforsch. Balatonsee, **1**, 1. Teil, Anhang, Paläontol. **2/4**, 229 S., 10 Taf., 37 Abb.; Wien.

KOZUR, H. (1972): Vorläufige Mitteilung zur Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias sowie einige Bemerkungen zur Stufen- und Unterstufengliederung der Trias. — Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud., **21**, 361—412, 1 Taf.; Innsbruck.

— (1974): Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias, Teil I und II. — Freiberger Forschungsh., C, **280**, Teil I: 56 S., 15 Tab., Teil II: 70 S.; Leipzig.

— (1974): Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias. Teil I: Abgrenzung und Gliederung der Trias. — Freiberger Forschungsh., C, **298**, 139—197, 2 Tab.; Leipzig.

— (1975): Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Gliederung. Teil II: Anschluß der germanischen Trias an die internationale Triasgliederung. — Freiberger Forschungsh., C, **304**, 51—77, 1 Taf.; Leipzig.

KRANZ, W. (1923): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Weissach (Nr. 55), 162 S., 7 Abb., 1 geol. Kt. 1:25000; Stuttgart.

KREBS, B. (1969): *Ctenosauriscus koeneni* (v. HUENE), die Pseudosuchia und die Buntsandstein-Reptilien. — Ecologae geol. Helvetiae, **62**, 697—714, 2 Taf., 2 Abb.; Basel

KUTASSY, A. (1932): Cephalopoda triadica. — Fossilium Catalogus, I: Animalia, **56**, 832 S.; Berlin.

LOSCH, W. (1931): Der obere Muschelkalk zwischen Murr und Würm. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **87**, 14—78, Taf. 1—7, 6 Abb.; Stuttgart.

MOJSISOVICS, E. v. (1882): Die Cephalopoden der mediterranen Trias. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., 10, 1—320, Taf. 1—94; Wien.

— (1887): Über ammonitenführende Kalke unternorischen Alters auf den balearischen Inseln. — Verh. k. k. geol. Reichsanst., **1887**, 327—329; Wien.

MÜLLER, A. H. (1973): Über Ammonoidea (Cephalopoda) aus der Grenzdolomitregion des germanischen Unterkeupers. — Z. geol. Wiss., **1**, 935—945, 1 Taf., 9 Abb.; Berlin.

PARNES, A. (1975): Middle Triassic Ammonite biostratigraphy in Israel. — Geol. Survey Israel, Bull. **66**, 35 S., 2 Abb., 3 Tab., 5 Taf.; Jerusalem.

PHILIPP, H. (1904): Paläontologisch-geologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Predazzo. — Z. Deutsch. geol. Ges., **56**, 1—98, Taf. 1—6, 14 Abb.; Berlin.

PIA, J. v. (1930): Grundbegriffe der Stratigraphie. — 252 S., 3 Abb.; Leipzig-Wien (Deuticke).

PISA, G. (1966): Ammoniti ladiniche dell'alta Valle del Tagliomento (Alpi Carniche). — Giornale di Geol., 2. Ser., **33/2**, 617—683, Taf. 20—27, 5 Abb.; Bologna.

— (1974): Stratigraphische Tabelle der südalpinen Trias. — Schriftenr. erdwiss. Komm., Österreich. Akad. Wiss., **2**, 159—161; Wien.

POFLIKA, S. (1886): Beiträge zur Kenntnis der Fauna des Schlerndolomites. — Jb. k. k. geol. Reichsanst., **36**, 596—606, Taf. 8; Wien.

REIS, O. M. (1901): Eine Fauna des Wettersteinkalkes. I. Theil. Cephalopoden. — Geognost. Jh., **13** (1900), 71—105, Taf. 2—7; München.

RIEBER, H. (1969): Daonellen aus der Grenzbitumenzone der mittleren Trias des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz). — Eclogae geol. Helvetiae, **62**, 657—683, 4 Taf., 7 Abb.; Basel.

— (1973): Cephalopoden aus der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kanton Tessin, Schweiz). — Schweizer. paläontol. Abh., **93**, 96 S., 17 Taf., 22 Abb., 13 Tab.; Basel.

— (1974): Ammoniten und Stratigraphie der Grenzbitumenzone (Mittlere Trias) der Tessiner Kalkalpen. — Schriftenr. erwiss. Komm. Österreich. Akad. Wiss., **2**, 167—176, 2 Taf., 2 Abb.; Wien.

SCHMIDT, M. (1922): C. Mineralogisch-geologische Sammlung. — *In:* Verzeichnis der Zugänge zur Naturaliensammlung. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **78**, X—XVIII; Stuttgart.

— (1924): C. Mineralogisch-geologische Sammlung. — *In:* Verzeichnis der Zugänge der Württ. Naturaliensammlung in den Jahren 1922—1924. — Jh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **80**, XVI—XXII; Stuttgart.

— (1928, 1938): Die Lebewelt unserer Trias. — 461 S., 1220 Abb.; Nachtrag 1938, 143 S., zahlr. Abb.; Öhringen (Rau).

— (1936): Fossilien der spanischen Trias. — Abh. Heidelberg. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **22**, 1—140, 6 Taf., 66 Abb.; Heidelberg.

SILBERLING, N. J. & TOZER, E. T. (1968): Biostratigraphic classification of the marine Triassic in North-America. — Geol. Soc. America, Spec. Pap., Nr. 110, 1—63, 1 Taf., 1 Abb.; Boulder.

SPATH, L. F. (1934, 1951): The Ammonoidea of the Trias. — *In:* Catalogue of the fossil Cephalopoda in the British Museum (Natural History), Part IV, 521 S., 160 Abb., 18 Taf.; Part V, 228 S.; London.

TORNQUIST, A. (1898): Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Umgebung von Recoaro und Schio (im Vicentin). II. Beitrag: Die Subnodosus-Schichten. — Z. Deutsch. geol. Ges., **50**, 638—694, Taf. 20—23; Berlin.

— (1903): Die Daonellen des deutschen Muschelkalkes. — N. Jb. Mineral., Geol. u. Paläontol., Jg. **1903**, **2**, 83—92, Taf. 1; Stuttgart.

— (1909): Über die außeralpine Trias auf den Balearen und in Katalonien. — Sitz.-Ber. kgl. Preuss. Akad. Wiss., **1909**, 902—918; Berlin.

URLICHS, M. (1977): Zur Altersstellung der Pachycardientuffe und der Unteren Cassianer Schichten in den Dolomiten (Italien). — Mitt. Bayer. Staatssamml. hist. Geol., **17**, 15—25, 1 Taf., 2 Abb.; München.

VOLLRATH, A. (1955): Stratigraphie des Oberen Hauptmuschelkalks (Schichten zwischen Cycloides-Bank γ und Spiriferina-Bank) in Baden-Württemberg. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **1**, 190—216, Abb. 20—24; Freiburg.

WAAGEN, L. (1907): Die Lamellibranchiaten der Pachycardientuffe der Seiser Alp nebst vergleichend paläontologischer und phylogenetischer Studien. — Abh. k. k. geol. Reichsanst., **18**/2, 1—180, 10 Taf., 19 Abb.; Wien.

WENGER, R. (1957): Die germanischen Ceratiten. — Palaeontographica, A, **108**, 57—129, 12 Taf.; Stuttgart.

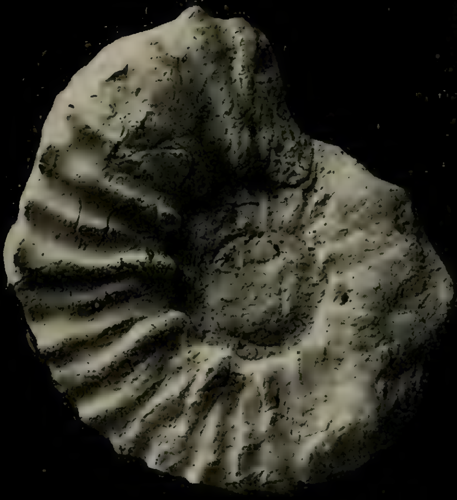
Anschrift des Verfassers:

Dr. M. Urlichs, Staatliches Museum für Naturkunde, Arsenalplatz 3, D-7140 Ludwigsburg.

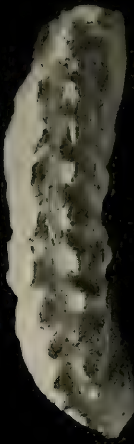
Tafel 1

Fig. 1 *Protrachyceras recubariense* (MOJSISOVICS); Ob. Muschelkalk, Profil Weissach, Steinbruch am Winterrain bei Weissach (Bl. 7119 Rutesheim), Schicht IX; untere *spinosus*-Zone; a: Lateralansicht; b: Ventralansicht. — x 1.
Staatl. Museum für Naturkunde, Inv. Nr. 14443. Foto: H. Lumpe.

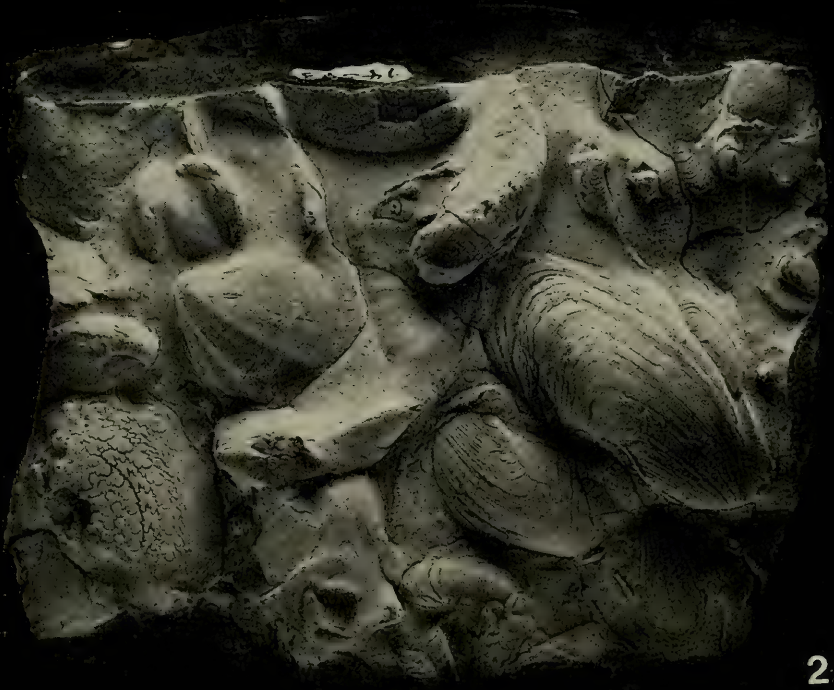
Fig. 2 Handstück mit *Hoernesia socialis* (SCHLOTHEIM), *Myophoria vulgaris* (SCHLOTHEIM) und *Parasturia* cf. *emmrichi* (MOJSISOVICS) links unten); Schöntal bei Schwäbisch Hall, „Untere Nodosus-Schichten“ = *evolutus*- und *spinosus*-Zone. — x 1.
Staatl. Museum für Naturkunde, Inv. Nr. 14573. Foto: H. Lumpe.



1a



1b



2

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 40 Stuttgart 1978

Zur Stratigraphie des Ober-Bajocium (Braunjura δ/ε-Grenzschichten) am Plettenberg bei Balingen, Württemberg

Von Gerd Dietl, Ludwigsburg, Robert Flaig,
Unterensingen, & Eugen Glück, Metzingen

Mit 5 Abbildungen

Zusammenfassung

Im Profil am Plettenberg sind durch horizontierte Ammoniten die folgenden Zonen und Subzonen belegt: *humphriesianum*-Zone (*blagdeni*-Subzone); *subfurcatum*-Zone (*?banksi*-, *polygyralis*-, *baculata*-Subzone); *?garantiana*-Zone; *parkinsoni*-Zone (*acris*- u. *?bomfordi*-Subzone).

Die *humphriesianum*-Zone reicht noch in den tiefsten Teil des Subfurcaten-Ooliths hinein. Die Grenze *subfurcatum*-/*?garantiana*-Zone liegt wahrscheinlich an der Oberkante des Subfurcaten-Ooliths. Die zwischen Subfurcaten-Oolith und Parkinsonien-Oolith liegenden Unter-epsilon-Tone sind nur 70 cm mächtig und gehören überwiegend zur *parkinsoni*-Zone. Nur die tiefsten 13 cm sind wahrscheinlich zur *garantiana*-Zone zu stellen. Der am Plettenberg nur 10 cm mächtige Parkinsonien-Oolith gehört ebenfalls zur *parkinsoni*-Zone. Die ihn überlagernden etwa 25 m mächtigen Mittel-epsilon-Tone könnten mit einer Mächtigkeit von mindestens 8 m noch zum Ober-Bajocium gehören. In ihnen fanden sich Parkinsonien ausschließlich der Art *P. dorni* ARKELL.

Der Gebrauch und die Bedeutung der Schichtnamen wie z. B. Garantiana-Tone u. Parkinsoni-Schichten werden diskutiert.

Summary

For the first time the δ/ε transition horizons (Upper Bajocian) in the Southwestern Alb are investigated for their standard ammonite zones by means of a section in the headwaters of the Wettbach at the Plettenberg near Balingen, Württemberg. Partly it was possible to give the subzonal subdivision of the zones which have been recognized there.

In the investigated section the *humphriesianum* Zone is extending up into the deepest part of the „Subfurcaten-Oolith“ with the *blagdeni* Subzone. The *subfurcatum* Zone seems to be restricted to the „Subfurcaten-Oolith“ at the Plettenberg. It could be subdivided into the *?banksi, polygyralis,* and *baculata* Subzones. In the sense of PAVIA (1973) the *subfurcatum* Zone begins with the first occurence of *Caumontisphinctes.* The ammonites characteristic of the *banksi* Subzone, e. g. *Teloceras banksi* and *Caumontisphinctes aplous* s. str., are absent. Therefore it is uncertain wether the *banksi* Subzone is represented in the level containing the first *Caumontisphinctes* sp. together with Stephanoceratids. *Caumontisphinctes polygyralis,* the index fossil for the *polygyralis* Subzone, is also absent at the Plettenberg and unknown in the other regions of the Swabian Jurassic as well until now. The *polygyralis* Subzone begins with the first occurrence of the very abundant *Caumontisphinctes bifurcus* and *C. inferior.* The *baculata* Subzone is well documented by the relatively frequent occurrence of *Garantiana baculata.*

In the section Wettbach at the Plettenberg the *garantiana* Zone has a maximum thickness of 13 cm, but its existence is doubtful. Some uncertain indications are extremely small inner

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 40 Stuttgart, 1. 11. 1978

whorls of *Garantiana* sp. and *Spiroceras* in an omission horizon within the clay and two claystone casts of ?*Pseudogarantiana* sp. The sequence belonging to the ?*garantiana* Zone is the base of a clayey horizon called „Unter-epsilon-Tone“ which is 70 cm thick and intercalated between the „Subfurcaten-Oolith“ and the „Parkinsonien-Oolith“. Most of these „Unter-epsilon-Tone“ belong to the *parkinsoni* Zone (*acris* Subzone). The *acris* Subzone is documented by badly preserved claystone casts of *Parkinsonia* sp. (ex gr. *acris*/*rarecostata*). The zonal index fossil *Parkinsonia parkinsoni* is rare and restricted to the „Parkinsonien-Oolith“ which is only 10 cm thick in the Plettenberg section. There were no indications for the *densicostata* Subzone between the *acris* and the *bomfordi* Subzone. The *bomfordi* Subzone is doubtful and only basing on the occurrence of *Parkinsonia (D.) „neuffensis“* which appears only at the surface of the „Parkinsonien-Oolith“.

The clays („Mittel-epsilon-Tone“) above the „Parkinsonien-Oolith“ are about 25 m thick and probably belong with a thickness of about 8 m still to the Upper Bajocian. In these clays the genus *Parkinsonia* seems to be represented only by *P. dorni*. The „Mittel-epsilon-Tone“ with *P. dorni* are not the equivalent to the „Wuerttembergica-Tone“ following in other places immediatly above the „Parkinsonien-Oolith“.

1. Vorwort

Die vorliegende Untersuchung ist in Zusammenarbeit mit Fossilsammlern entstanden. Deren aktive Mitarbeit, wie z. B. die Mitteilung von Fundpunkten und guten Aufschlüssen, Aufgraben des Profils, horizontiertes Aufsammeln von Ammoniten, sowie die Überlassung von stratigraphisch wichtigen Stücken, war von entscheidender Bedeutung für die Ergebnisse dieser Arbeit. Diese gute Zusammenarbeit mit Privatsammlern soll bei der Bearbeitung weiterer Profile in anderen Gegenden des Schwäbischen Juras fortgesetzt werden.

Dank

Dr. G. Bloos, Ludwigsburg, sah das Manuskript durch und gab wertvolle Ratschläge. Sehr nützlich waren auch die ausführlichen Diskussionen, die mit Dr. G. Pavia, Turin, geführt werden konnten. H. Haehl, Stuttgart, und H. Lumpe, Ludwigsburg, fertigten die Fotos an. Wichtiges Vergleichsmaterial (Ammoniten) stand durch die Sammlung Dr. med. H. Honegger (†) zur Verfügung, die durch das freundliche Entgegenkommen von Frau S. Honegger, Eßlingen, an das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart gelangte. Allen genannten Personen gilt unser besonderer Dank.

2. Einleitung

Die Schichtenfolge des Ober-Bajocium entlang der Schwäbischen Alb ist durch zahlreiche Autoren untersucht und beschrieben worden (Krimmel 1886; Gussmann 1898, 1907; Bentz 1924; W. Wetzel 1924; Stahlecker 1934; Frank 1939, 1945; Söll 1954; Fritz 1962; Terzidis 1966; Scholz 1966; Buck, Hahn & Schädel 1966; Etzold, Hahn & Koerner 1975). Dennoch sind die stratigraphischen Verhältnisse der Schichten, wie z. B. Subfurcaten-Oolith, Hamiten-Ton, Parkinsonien-Schichten, Parkinsonien-Oolith bis heute keineswegs völlig geklärt, trotz der biostratigraphischen Untersuchungen nach Standardzonen durch Fritz (1962), Terzidis (1966) und Buck, Hahn & Schädel (1966). Dies hat verschiedene Gründe:

1. Die Qualität dieser biostratigraphischen Untersuchungen ist sehr unterschiedlich. So fand Fritz (1962) anscheinend keine Hinweise auf die *garantiana*-Zone und ließ daher auf die *subfurcatum-* gleich die *parkinsoni*-Zone folgen. Geyer (in Geyer & Gwinner 1962, Abb. 18) und Geyer & Gwinner (1968, 65)

übernahmen diese Auffassung. Unverständlich sind bei FRITZ (1962, 110) die Bestimmungen einiger Ammoniten aus dem Subfurcaten-Oolith (leider ist das Belegmaterial zu dieser Arbeit im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Stuttgart nicht mehr vorhanden). Danach sollen im Subfurcaten-Oolith oberhalb Boll *Parkinsonia arietis*, *Parkinsonia* cf. *parkinsoni*, *Parkinsonia* sp. vorkommen. Es handelt sich bei diesen Formen wohl um Vertreter der Gattung *Caumontisphinctes*. Schon BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966, 31) zweifelten die Angaben von FRITZ (1962) an. TERZIDIS (1966, 46 u. Abb. 2) kam bei seinen Untersuchungen im Profil Glems zu den gleichen Ergebnissen wie FRITZ (1962). Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den Resultaten von BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966, Abb. 5), die im gleichen Profil sehr wohl die *garantiana*-Zone zwischen der *subfurcatum*- und der *parkinsoni*-Zone ausscheiden konnten und diese auch für das Wutachgebiet belegten.

2. Aufgrund der sich lateral oft ändernden Fazies im Niveau des Ober-Bajocium reichen die Ergebnisse von BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966), die sich nur auf 2 Profilpunkte (Glems u. Eichberg) beziehen, keineswegs aus, Endgültiges über die biostratigraphischen Zusammenhänge dieser Schichten entlang der Schwäbischen Alb auszusagen. Genaue biostratigraphische Untersuchungen an möglichst vielen dicht beieinanderliegenden Profilpunkten sind notwendig, um zu entscheiden, ob es sich bei den Tonen zwischen Subfurcaten-Oolith und Parkinsonien-Oolith um den Hamiten-Ton, um die Parkinsonien-Schichten oder um beides handelt.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß Schichtnamen wie z. B. Garantiana-Tone (-Schichten) oder Parkinsonien-Tone (-Schichten) eine Bedeutung hinsichtlich des biostratigraphischen Alters der Schichten erwarten lassen, in Wirklichkeit aber oft nur zur Kennzeichnung bestimmter lithostratigraphischer Einheiten benutzt werden. So bezeichnen z. B. ETZOLD, HAHN & KOERNER (1975, Profil B 6 und B 7) nach den Vorschlägen von GEYER (in GEYER & GWINNER 1962) die tonigen Schichten zwischen Subfurcaten-Oolith und Parkinsonien-Oolith als Garantiana-Tone, ohne deren biostratigraphisches Alter nachgeprüft zu haben. Entlang der Mittleren Alb gehören diese Tone zur *subfurcatum*- und *garantiana*-Zone, wogegen sie in der Wutachgegend überwiegend zur *parkinsoni*-Zone gehören (BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966). Auch im untersuchten Profil am Plettenberg gehören die Tone zwischen Subfurcaten-Oolith und Parkinsonien-Oolith überwiegend zur *parkinsoni*-Zone (siehe S. 11). Es sollten in Zukunft deshalb für lithostratigraphische Einheiten nur solche Bezeichnungen verwendet werden, die nicht zu mißverständlicher Deutung als biostratigraphische Einheiten Anlaß geben können. Wo eine biostratigraphische Schichtbezeichnung zu recht besteht, braucht der Name nicht unbedingt aufgegeben werden (z. B. Opalinus-Ton). Für die schon oben genannten Schichtnamen, wie Garantiana-Tone oder Parkinsonien-Schichten, empfiehlt sich eine Bezeichnung, die mehr auf deren lithostratigraphische Position hinweist. Hierzu bietet sich die von QUENSTEDT (1843; 1851) allein nach lithostratigraphischen Gesichtspunkten durchgeführte Gliederung an. Danach läge die Braunjura δ/ε-Grenze an der Oberkante des Subfurcaten-Ooliths (= Bifurcatenschicht QUENSTEDTS) und die darauffolgenden Tone wären als Unter-epsilon-Tone anzusprechen. Bereits A. RIEBER (1922) bezeichnete die Tone zwischen Subfurcaten-Oolith und Parkinsonien-Oolith so. Die Hamiten-Tone, die Garantiana-Tone und die Parkinsonien-Schichten wären danach alle als Unter-epsilon-Tone zu bezeichnen.

Auch viel häufiger gebrauchte und daher vertrautere Schichtnamen wie z. B. Subfurcaten-Oolith oder Blagdeni-Schicht müßten evtl. aus demselben Grund umbenannt werden. Dazu bedarf es aber noch gesonderter Untersuchungen.

3. Die Angaben in der Literatur zur Braunjura δ/ε-Grenze im Bereich des Schwäbischen Juras sind sehr unterschiedlich. Die einen Autoren ziehen diese Grenze nach lithologischen, die anderen nach überwiegend biostratigraphischen Gesichtspunkten. Die Ursache für diese unterschiedliche Art der Grenzziehung ist

bei QUENSTEDT (1843; 1851; 1856; 1886/87) selbst zu suchen, der seine eigene, ursprünglich lithostratigraphisch festgelegte δ/ε-Grenze (Übergang Subfurcaten-Oolith/Hamiten-Ton) später übewiegend biostratigraphisch begründete und diese damit in einen höheren Horizont (Übergang Hamiten-Ton/Parkinsonien-Oolith der Mittleren Alb) legte (siehe auch DIETL 1977, 9).

Feinstratigraphische Untersuchungen im Ober-Bajocium, wie sie in vorliegender Arbeit am Profil vom Plettenberg bei Balingen vorgestellt werden, sollen an anderen Profilen des Schwäbischen Juras im gleichen Niveau fortgesetzt werden. Die bisher in monographischen Bearbeitungen wenig berücksichtigten Ammoniten des Ober-Bajocium von Württemberg sollen in gesonderten Beiträgen ausführlicher dargestellt werden. Die zur Zeit mit R. HUGGER, Onstmettingen, gemeinsam durchgeführten Grabungen in gleichalten Schichten im Gebiet des Hohenzollern bei Hechingen ergänzen die Ergebnisse vom Plettenberg in einigen wichtigen Punkten und sollen gleichfalls veröffentlicht werden.

3. Die Schichtenfolge am Plettenberg im Vergleich mit Nachbargebieten

Das im Mittelpunkt dieser Untersuchungen stehende Profil (Abb. 1, Profil 1; Abb. 2; Abb. 5, Profil 2) liegt am N-Hang des Plettenbergs (südwestlich Balingen, Württ.), und zwar südlich von Roßwangen im Quellgebiet des Wettbachs (westlicher Teil, Gewann Raur). Dort ist eine Schichtenfolge vom Giganteus-Ton bis zu den Mittel-epsilon-Tonen aufgeschlossen. Die fossilreichsten Horizonte sind der 2,25 m mächtige Subfurcaten-Oolith, bei dem in mergeligen Eisenoolithlagen (Abb. 2, Schichten 1—4) Ammoniten, Muscheln und Brachiopoden besonders häufig sind, und der Parkinsonien-Oolith, der insbesondere auf seiner Oberseite phosphoritische Fragmente von z. T. sehr großwüchsigen Ammoniten führt.

Der Übergang von den Blagdeni-Schichten zum Subfurcaten-Oolith ist durch das plötzliche Einsetzen von Eisenooiden gekennzeichnet. Diese treten im tieferen Teil des Subfurcaten-Ooliths verhältnismäßig spärlich auf und sind meistens wolkig angereichert. Nach oben nimmt der Gehalt an Eisenooiden erheblich zu, und die Farbe der Ooide wechselt von hellbraun zu rostrot. Hartgrundähnliche Bildungen sind im Subfurcaten-Oolith vom Plettenberg häufig. Die Mächtigkeit des Subfurcaten-Ooliths bleibt im Gebiet von Balingen und Albstadt etwa konstant (siehe Abb. 1).

Die auf den Subfurcaten-Oolith folgenden Unter-epsilon-Tone, die nach oben durch den Parkinsonien-Oolith begrenzt werden, sind am Plettenberg im Bereich des Wettbachs mit 70 cm auffallend geringmächtig. Wenige Kilometer nordöstlich, bei Frommern (Abb. 1, Profil 2), sind diese Tone schon ca. 12 m mächtig (BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966, Taf. 7). Nach BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966, Taf. 7) liegt die δ/ε-Grenze im Profil von Frommern etwa in der Mitte dieser Tone. Die δ/ε-Grenzziehung ist hier eine rein biostratigraphische, mit Hilfe von Ostracoden durchgeführt (BUCK in: BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966). Folglich nannten diese Autoren den δ-Anteil dieser Tone Garantianen-Schichten und den ε-Anteil Parkinsonien-Schichten. Die im Profil am Plettenberg (Abb. 1, Profil 1 u. Abb. 2) angegebene δ/ε-Grenze wurde nach lithostratigraphischen Gesichtspunkten im Sinne von QUENSTEDT (1843; 1851) an die Oberkante des Subfurca-

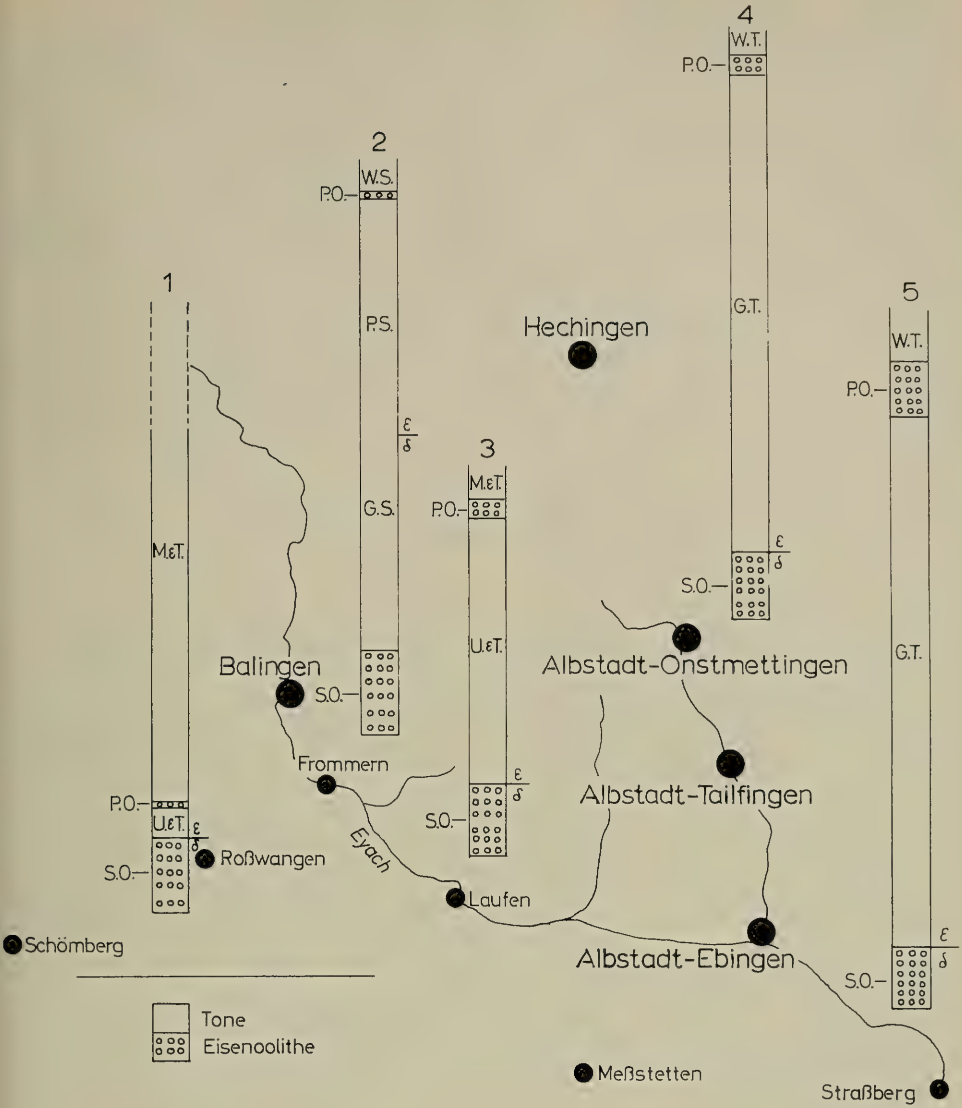

1
M.εT.
P.O.
U.εT.
ε
δ
S.O.
2
W.S.
P.O.
P.S.
ε
δ
G.S.
S.O.
3
M.εT.
P.O.
U.εT.
ε
δ
S.O.
4
W.T.
P.O.
G.T.
ε
δ
S.O.
5
W.T.
P.O.
G.T.
ε
δ
S.O.
Hechingen
Balingen
Frommern
Eyach
Roßwangen
Schömberg
Laufen
Albstadt-Onstmettingen
Albstadt-Tailfingen
Albstadt-Ebingen
Meßstetten
Straßberg
Tone
Eisenoolithe

Abb. 1. Stark vereinfachte Übersichtsprofile der δ/ε-Grenzschichten im Raum Balingen und Albstadt, Württemberg. (Profil 1 am Plettenberg: nach eigenen Aufnahmen 1977; Profil 2 zwischen Frommern und Berg Höchst: nach BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966, Taf. 7; Profil 3 unterhalb der Schalksburg bei Laufen: nach Textangaben von A. RIEBER 1922, 75, 80, 81; Bohrprofil 4 bei Onstmettingen: nach ETZOLD, HAHN & KOERNER 1975, 207, Profil B 7; Bohrprofil 5 bei Straßberg: nach ETZOLD, HAHN & KOERNER 1975, 199, Profil B 6). Maßstab der Profile 1:100; Maßstab der Karte 1:100 000.

Abkürzungen:

S.O. = Subfurcaten-Oolith
G.S. = Garantianen-Schichten
G.T. = Garantiana-Tone
P.S. = Parkinsonien-Schichten
P.O. = Parkinsonien-Oolith
W.S. = Wuerttembergica-Schichten
W.T. = Wuerttembergica-Tone
U.εT. = Unter-epsilon-Tone
M.εT. = Mittel-epsilon-Tone

Die Basis der Säulenprofile entspricht in etwa ihrer geographischen Lage.

ten-Ooliths gelegt. QUENSTEDT (1856, 461) bezeichnet diese Tone im Gebiet von Eningen unter Achalm nach dem Vorkommen von entrollten Ammoniten als Hamiten-Ton. Tatsächlich finden sich am Plettenberg etwa 8 cm über dem Subfurcaten-Oolith in einer dünnen Lage im Ton phosphoritische Fragmente von sehr kleinen aberranten Ammoniten neben ebenso kleinen, phosphoritischen Innenwindungen normal aufgerollter Ammoniten und Massen von Belemniten-Bruchstücken, die Anzeichen von Umlagerung aufweisen, sowie zahlreiche kleine Kalkknöllchen. Diese dünne Lage könnte der Aufarbeitungsrest einer ursprünglich viel mächtigeren Schicht gewesen sein. Etwa 20 cm über dem Subfurcaten-Oolith treten im Ton flachgedrückte Tonooide auf.

Ebenfalls aberrante Ammoniten, aber in Pyrit-Erhaltung, fand A. RIEBER (1922, 75) in den Tonen zwischen Subfurcaten- und Parkinsonien-Oolith unterhalb der Schalksburg. A. RIEBER (1922, 80) nannte diese dort 6 m mächtigen Tone Unter-epsilon-Tone und legte die Grenze δ/ε entsprechend QUENSTEDT (1843; 1851) an die Oberkante des Subfurcaten-Ooliths (= Bifurcatenschicht QUENSTEDTS) (Abb. 1, Profil 3). Seine Grenzziehung ist ebenfalls eine rein lithostratigraphische. Nach Osten werden die Tone zwischen Subfurcaten-Oolith und Parkinsonien-Oolith mit ca. 14m noch mächtiger und wurden von ETZOLD, HAHN & KOERNER (1975) Garantiana-Tone genannt (Abb. 1, Profile 4 u. 5) (es handelt sich hierbei um Bohrprofile). Die δ/ε-Grenze legten auch ETZOLD, HAHN & KOERNER (1975) nach der lithostratigraphischen Methode an die Oberkante des Subfurcaten-Ooliths.

Auffallend ist die geringe Mächtigkeit (10 cm) des Parkinsonien-Ooliths im Gebiet des Wettbachs am Plettenberg. Er zeigt sich dort als splittrig brechende, sehr harte Kalkmergelbank, die nur vereinzelt Ooide führt. Auf seiner Oberseite liegen, ohne Verbindung mit der Bank, zahlreiche große Fragmente von Ammoniten, wie schon auf S. 4 erwähnt. Viele Grabgänge durchziehen die laibsteinförmig ausgebildete Bank. Deren Oberseite zeigt Bohrspuren und Aufsiedlung von Austern und Bryozoen und gibt sich damit als Hartgrund zu erkennen. Ähnlich geringmächtig ist der Parkinsonien-Oolith auch im Profil von Frommern (Abb. 1, Profil 2), während er weiter nach Osten kontinuierlich an Mächtigkeit bis auf etwa 1,5 m zunimmt (Abb. 1, Profile 3—5).

Mindestens 8 m der im Profil am Plettenberg (Abb. 1, Profil 1; Abb. 2 und Abb. 5, Profil 2) auf den Parkinsonien-Oolith folgenden Tone gehören aufgrund ihrer Ammonitenfauna vielleicht noch zum Ober-Bajocium (siehe S. 11—12) und wurden von A. RIEBER (1922, 82) Mittel-epsilon-Tone genannt. In den östlich von Balingen liegenden Profilen (Abb. 1, Profile 2, 4 und 5) wurden die Tone über dem Parkinsonien-Oolith als Wuerttembergica-Tone bzw. -Schichten bezeichnet (BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966; ETZOLD, HAHN & KOERNER 1975).

4. Biostratigraphie

Die Erhaltung der im Profil vom Wettbach am Plettenberg gesammelten Ammoniten ist keineswegs ideal. So fehlen ihnen meistens die Mundsäume. Oft sind nur die Innenwindungen erheblich größerer Individuen erhalten. Dies gilt insbesondere für die Pyritsteinkerne von Parkinsonien und für zahlreiche Garantianen und Perisphincten aus dem Subfurcaten-Oolith, die oft kalzitisch erhalten sind. Aber auch in so wertvollen Vergleichsprofilen wie z. B. das von Digne, SE-Frankreich (PAVIA 1973), sind die Ammoniten oft nur mäßig erhalten, da vielfach flachgedrückt.

Die im folgenden angewandte Gliederung nach Ammoniten-Zonen und -Subzonen basiert insbesondere auf den Vorschlägen und Ergebnissen der Arbeiten von PAVIA & STURANI (1968), GABILLY et al. (in MOUTERDE et al. 1971), STURANI (1971), PAVIA (1973) und PARSONS (1976). Der vorliegenden Untersuchung standen etwa 200 Ammoniten zur Verfügung, von denen ca. 150 horizontiert aus dem Anstehenden entnommen werden konnten.

Die in vorliegender Arbeit aufgeführten Art-, Untergattungs- und Gattungsnamen wurden allein als Kennzeichen für morphologisch ähnliche Individuen gebraucht und nicht mit einer Aussage zum Dimorphismus belastet. Die Verfasser dieser Arbeit schließen sich hier der von ZEISS (1969) gegebenen Auffassung an.

Zur Verbreitung der Ammonitenfauna im Profil Wettbach am Plettenberg bei Balingen siehe Abb. 2.

4.1. Zur Zonen- und Subzonengliederung

subfurcatum-Zone

Nach PAVIA & STURANI (1968, Abb. 1) und PAVIA (1973, 140) beginnt die *subfurcatum*-Zone in Digne mit dem Einsetzen von *Caumontisphinctes aplous* bzw. *C. aplous diniensis* (= *C. diniensis* nach PARSONS 1976). In England läßt man die *subfurcatum*-Zone mit dem Auftreten von *Leptosphinctes* und *Caumontisphinctes* beginnen (PARSONS 1976, 140). Entsprechend dem Vorschlag von PAVIA & STURANI (1968) wäre im Profil am Plettenberg die Untergrenze der *subfurcatum*-Zone mit dem dort am tiefsten gefundenen *Caumontisphinctes* (= *C.* sp. indet. juv. — siehe Abb. 2, Profil) zu ziehen. Diese Grenze muß im Profil am Plettenberg aber als unsicher bezeichnet werden, da in diesem Bereich weder genügend Ammoniten gefunden wurden, noch solche Formen auftraten, die sichere Hinweise für die *banksi*-Subzone lieferten (siehe auch im Kapitel „?*banksi*-Subzone“). Die *subfurcatum*-Zone setzt danach im Profil Wettbach am Plettenberg ungefähr 40 cm oberhalb der Basis des Subfurcaten-Ooliths ein. Für sie sind neben den Caumontisphincten der *polygyralis*-Subzone besonders die Strenoceraten und die frühen Garantianen charakteristisch. Die letzten Stephanoceraten (*Normannites* und *Teloceras*) reichen im Profil Wettbach am Plettenberg noch in die *subfurcatum*-Zone hinauf.

Das basale Drittel des Subfurcaten-Ooliths wird am Plettenberg noch von der *humphriesianum*-Zone eingenommen, die mit der *blagdeni*-Subzone bis hier hinaufreicht. Die gleiche Feststellung machte schon HAHN (1975, 33 u. Abb. 11) bei Killer südöstlich Hechingen.

Die Grenze *subfurcatum*-/*garantiana*-Zone ist unsicher. Sie dürfte aber in etwa mit dem Übergang von der Eisenoolithfazies zur Tonfazies zusammenfallen (siehe auch im Kapitel “?*garantiana*-Zone“).

?*banksi*-Subzone

Für die *banksi*-Subzone liegen im Profil Wettbach am Plettenberg kaum Hinweise vor. Der Bereich zwischen dem tiefsten gefundenen *Caumontisphinctes* sp. indet. juv. und dem Erstauftreten von *C. bifurcus* und *C. inferior* wird hier

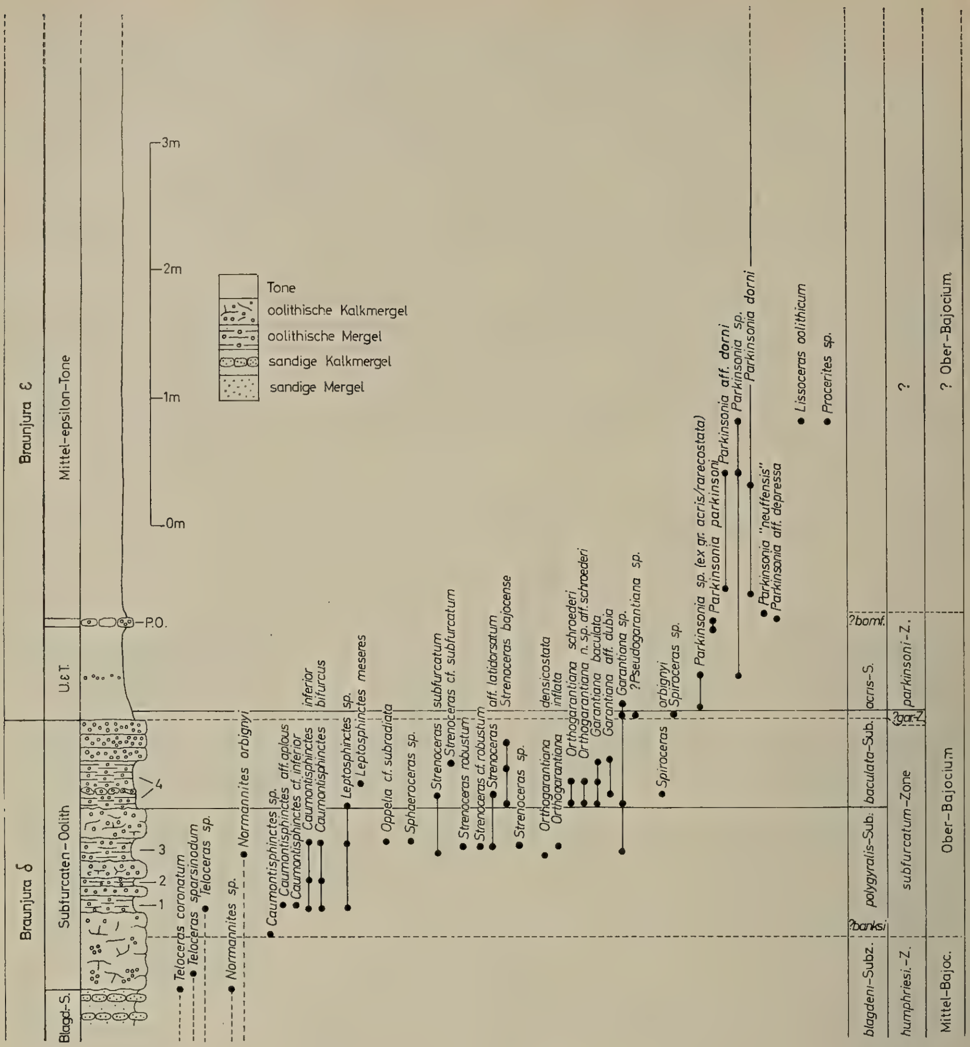


Abb. 2. Feinstratigraphie und Verbreitung der Ammoniten im Ober-Bajocium des Profils vom Plettenberg bei Balingen, Württemberg.

Abkürzungen:

Blagd.-S. = Blagdeni-Schicht
U.εT. = Unter-epsilon-Tone
P.O. = Parkinsonien-Oolith
gar.-Z. = *garantiana*-Zone
?bomf. = *?bomfordi*-Subzone
Schichten 1—4 = besonders fossilreiche Horizonte

vorläufig als *?banksi*-Subzone bezeichnet. Die für diese Subzone typischen *Caumontisphinctes aplous*, *C. diniensis* und *Teloceras banksi* wurden nicht gefunden. Aus dem Abraum liegt zwar ein *Caumontisphinctes* cf. *aplous* vor, aber dieser könnte ebensogut aus der darüberfolgenden *polygyralis*-Subzone stammen, aus der ein horizontierter *C.* aff. *aplous* vorliegt. *C. aplous* allein liefert aber keinen sicheren Hinweis auf die *banksi*-Subzone, da diese Form nach Pavia (1973, Tab. 3) in Digne bis in die *polygyralis*-Subzone hinaufreichen kann. Die im Kapitel „*subfurcatum*-Zone“ erwähnten Stephanoceraten aus der *subfurcatum*-Zone ergeben ebenfalls keinen Hinweis auf die *banksi*-Subzone, da sie aus der darüberfolgenden *polygyralis*-Subzone stammen. Um die Existenz der *banksi*-Subzone in Württemberg zu klären, bedarf es weiterer Profile im Subfurcaten-Oolith, dessen tieferer Teil erheblich fossilreicher als der vom Plettenberg sein sollte (die inzwischen teilweise vorliegenden Ergebnisse der Grabungen im Gebiet des Hohenzollern belegen für dort das Vorhandensein der *banksi*-Subzone). Es ist nicht völlig auszuschließen, daß der am Plettenberg mit ?*banksi*-Subzone bezeichnete Bereich zur *polygyralis*-Subzone gehört und damit die *banksi*-Subzone fehlt.

polygyralis-Subzone

Caumontisphinctes polygyralis ist im Profil Wettbach am Plettenberg ebensowenig gefunden worden wie bisher im übrigen Württemberg. Trotzdem ist die *polygyralis*-Subzone gut dokumentiert. *Caumontisphinctes inferior* und *C. bifurcus*, die sich beide am Plettenberg und auch an anderen Fundplätzen im unteren

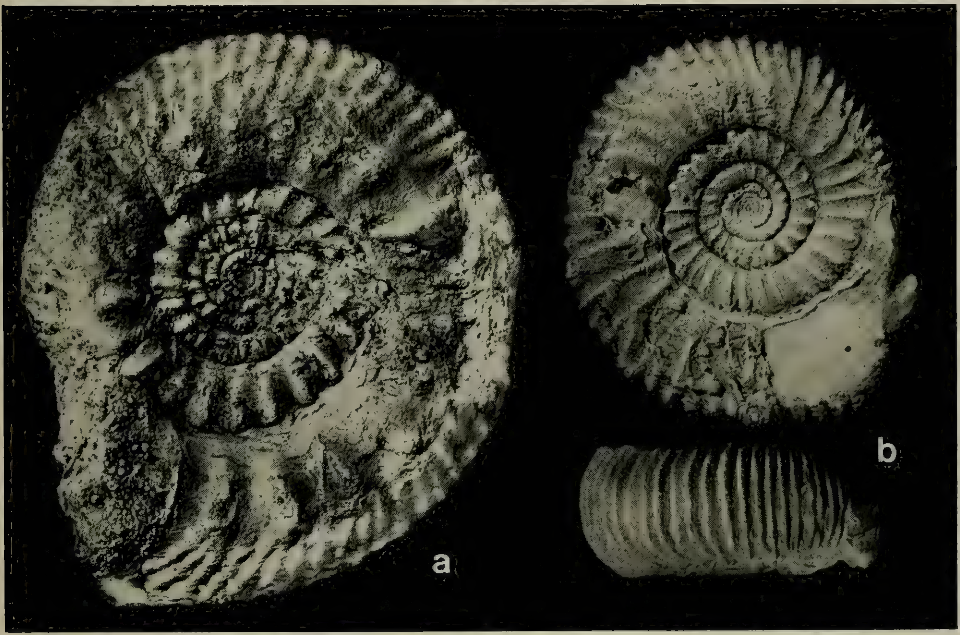


Abb. 3. Fig. a: *Teloceras* sp., Innenwindung. Subfurcaten-Oolith, *polygyralis*-Subzone (*subfurcatum*-Zone, Ober-Bajocium), 68 cm über der Basis des Subfurcaten-Ooliths; Profil Wettbach am Plettenberg bei Balingen, Württemberg. Staatl. Mus. Naturk. Stuttgart, Inv.-Nr. 23886. — x 1.

Fig. b: *Normannites orbignyi* S. Buckm. Subfurcaten-Oolith, *polygyralis*-Subzone (*subfurcatum*-Zone, Ober-Bajocium), 110 cm über der Basis des Subfurcaten-Ooliths; Profil Wettbach am Plettenberg bei Balingen, Württemberg. Staatl. Mus. Naturk. Stuttgart, Inv.-Nr. 23885. — x 1.

Subfurcaten-Oolith recht häufig finden, sind gute Leitfossilien für die *polygyralis*-Subzone. Nach PAVIA (1973, Tab. 3) kommen sie in Digne im mittleren und höheren Teil der *polygyralis*-Subzone vor. Sie treten noch vor den ersten Strenoceraten und Orthogarantianen auf, die am Plettenberg im oberen Teil der *polygyralis*-Subzone unvermittelt in großer Zahl einsetzen.

Überraschend ist das hohe stratigraphische Vorkommen von *Teloceras* sp. (Abb. 3a) und *Normannites orbignyi* (Abb. 3b), die im Profil Wettbach bis in die *polygyralis*-Subzone hinaufreichen. Bisher war ein so hohes Vorkommen dieser Ammoniten nicht bekannt (die neuesten Ergebnisse der Grabungen im Gebiet des Hohenzollern bestätigen dieses hohe Vorkommen der Gattung *Teloceras).* Von Digne gibt PAVIA (1969) *Normannites orbignyi* und Teloceraten nur aus der „*aplous*-Subzone" (= *banksi*-Subzone) an. Dieses hohe Vorkommen von letzten Stephanoceraten in Württemberg schwächt natürlich den Vorschlag von PARSONS (1976, 140) ab, die *banksi*-Subzone mit dem noch gemeinsamen Vorkommen von letzten Stephanoceraten und den ersten Perisphincten (*Leptosphinctes, Caumontisphinctes)* zu definieren. Ohnehin sollte eine Subzone bzw. auch eine Zone nicht mit dem Erlöschen einer Ammonitengruppe definiert werden.

Die Untergrenze der *polygyralis*-Subzone läßt sich im Profil Wettbach nicht sicher festlegen, solange nicht weiteres und aussagekräftigeres Ammonitenmaterial aus dem Niveau der *banksi*-Subzone vorliegt. Die Obergrenze der *polygyralis*-Subzone wird im Kapitel „*baculata*-Subzone" besprochen.

baculata-Subzone

Mit dem Erstauftreten von *Garantiana baculata* wurde die Grenze zur darunterliegenden *polygyralis*-Subzone gezogen. Die *baculata*-Subzone zeichnet sich im Plettenberg-Gebiet durch großen Fossilreichtum insbesondere an Strenoceraten und Orthogarantianen aus. Auch das Subzonen-Leitfossil *Garantiana baculata* ist in diesem Niveau nicht selten. Spiroceraten, die sonst im Subfurcaten-Oolith aus wahrscheinlich ökologischen Gründen sehr selten sind (DIETL 1978a), treten erstmals in dieser Subzone auf. Sie sind auch am Plettenberg recht selten. Die Obergrenze der *baculata*-Subzone, und damit der *subfurcatum*-Zone, ist im Profil Wettbach am Plettenberg nicht sicher zu ziehen. Die Gründe dafür sind im Kapitel „*garantiana*-Zone" angeführt.

Die von WESTERMANN (1967, Tab. 1) vorgeschlagene *schroederi*-Subzone scheint wohl ein jüngeres Synonym zur *baculata*-Subzone zu sein. Jedenfalls kommen im untersuchten Profil am Plettenberg *Garantiana baculata* und *Orthogarantiana schroederi* gemeinsam vor. Dies scheint auch an anderen Lokalitäten der Schwäbischen Alb der Fall zu sein. Daran ändert auch nichts der Umstand, daß sich offensichtlich unter dem Namen *G. baculata* und *O. schroederi* in der Literatur Verschiedenes verbirgt.

? *garantiana*-Zone

Sichere Hinweise auf die *garantiana*-Zone wurden im Profil Wettbach am Plettenberg nicht gefunden. Etwa 7 cm über dem Subfurcaten-Oolith gibt es im Ton eine Lage mit flachgedrückten Ammoniten, die nur als Tonsteinkerne erhalten sind. Es handelt sich bei diesen Ammoniten anscheinend ausschließlich um Garantianen. Bis auf 2 Exemplare, die als ?*Pseudogarantiana* sp. etwas näher bestimmbar waren, sind die übrigen Ammoniten völlig unbestimmbar. Etwa

1—2 cm darüber tritt im Ton eine Lage mit anscheinend umgelagerten Belemniten, kleinen Kalkknöllchen und winzigen phosphoritischen Innenwindungen von Garantianen und Spiroceraten auf (siehe auch S. 6). Auch diese Garantianen sind nicht näher bestimmbar. Da *Pseudogarantiana dichotoma* das Leitfossil für die tiefste Subzone der *garantiana*-Zone, die *dichotoma*-Subzone, ist, sind die einzigen, sehr unsicheren Hinweise auf die *garantiana*-Zone im Profil Wettbach nur mit den beiden Garantianen der Gruppe um *Pseudogarantiana* sp. indet. gegeben. Schon 13 cm über dem Subfurcaten-Oolith treten die ersten Parkinsonien auf (siehe Kapitel „*parkinsoni*-Zone"). Damit wäre die ?*garantiana*-Zone im Profil Wettbach am Plettenberg maximal 13 cm mächtig. In dem nördlich vom Plettenberg liegenden Profil von Frommern (BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966, Taf. 7 u. Abb. 1, Profil 2 diese Arbeit) scheint die *garantiana*-Zone mit ca. 6 m erheblich mächtiger zu sein. BUCK (in BUCK, HAHN & SCHÄDEL 1966) hat für dieses Profil den Nachweis mit Ostracoden geführt.

parkinsoni-Zone
(incl. *acris*- und ?*bomfordi*-Subzone)

Die *parkinsoni*-Zone wurde nach den Vorschlägen von PAVIA & STURANI (1968) gegliedert. Sie setzt im Profil Wettbach etwa 13 cm über dem Subfurcaten-Oolith inmitten der Tonfazies mit den ersten grobrippigen Parkinsonien der *acris*/*rarecostata*-Gruppe ein. Eine sichere Bestimmung dieser Parkinsonien war nicht möglich, da es sich um verdrückte Tonsteinkerne handelt. Diese auffallend grobrippigen Parkinsonien sind jedoch für die *acris*-Subzone charakteristisch (PAVIA & STURANI 1968, 314). Sie kommen nur in den Unter-epsilon-Tonen, also noch unterhalb des Parkinsonien-Ooliths, vor. Die Obergrenze der *acris*-Subzone kann nicht angegeben werden, da die nächst höhere *densicostata*-Subzone mit dem Subzonen-Leitfossil *Parkinsonia (Durotrigensia) densicostata* nicht belegt werden konnte. Sie könnte vielleicht in dem Bereich zwischen der letzten *Parkinsonia (P.)* sp. (ex gr. *acris*/*rarecostata*) und dem Vorkommen von *P. (Durotrigensia) „neuffensis"* liegen. Die letzteren Parkinsonien geben MANGOLD et al. (in MOUTERDE et al. 1971, 13) aus der *bomfordi*-Subzone von Frankreich an. Da aber das Subzonen-Leitfossil *Parkinsonia bomfordi* am Wettbach nicht gefunden wurde, wird die Existenz dieser Subzone im untersuchten Profil als fraglich angesehen.

Das Zonen-Leitfossil *Parkinsonia (P.) parkinsonia* kommt dagegen am Wettbach vor, und zwar in Form von größeren Wohnkammer-Fragmenten unmittelbar unterhalb und oberhalb des Parkinsonien-Ooliths in Kalkmergel-Erhaltung.

Die großwüchsige *Parkinsonia (Durotrigensia) „neuffensis"* kommt in z. T. großen Fragmenten Windungshöhe (10 cm u. Windungsbreite 6 cm) in phosphoritischer Erhaltung anscheinend ausschließlich auf der Oberseite des am Wettbach mit ca. 10 cm besonders geringmächtigen Parkinsonien-Ooliths vor (siehe auch S. 6).

Die am Plettenberg auf den Parkinsonien-Oolith folgenden Tone, A. RIEBER (1922) nennt sie Mittel-epsilon-Tone, sind nach E. FISCHER (1913, 289) in dem in der Nähe liegenden Gebiet des Lochens etwa 25 m mächtig. In ihnen finden sich am Plettenberg wie auch am Lochen (E. FISCHER 1913, 290) bis mindestens 8 m über dem Parkinsonien-Oolith kleine verkieste Parkinsonien, die alle zu der von

Arkell (1965, 151) aufgestellten Art *P. dorni* gehören (siehe Abb. 4). Arkell (1956) begründete diese neue Art auf die von Dorn (1927, Taf. 4, Fig. 5, 6) abgebildeten und in Franken gefundenen Exemplare, die letzterer als *P. ferruginea* bestimmte. Dorn (1927, 231) gab als Fundniveau eine Lage wenig unterhalb der „Württembergica-Zone“ an. Hahn (1970) bildete die Typen erneut ab und vermutete für sie fragliches Ober-Bajocium-Alter. Das wird auch in vorliegender Arbeit für die am Plettenberg auf den Parkinsonien-Oolith folgenden Mittel-epsilon-Tone über eine Mächtigkeit von mindestens 8 m angenommen. Die ersten typischen Ammoniten aus dem Unter-Bathonium — es sind Oraniceraten — fanden sich am Plettenberg im Abraum und erst etwa 12 m über dem Parkinsonien-Oolith. Sie dürften wahrscheinlich aber noch von höher her stammen. Der Übergang zum Bathonium (Wuerttembergica-Tone) ist also im Profil am Wettbach nicht aufgeschlossen.

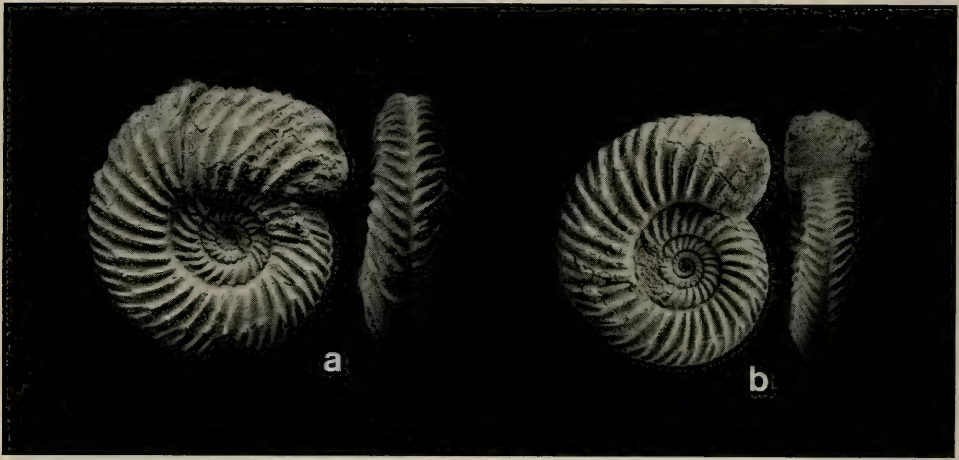


Abb. 4. Fig. a u. b: *Parkinsonia dorni* Arkell. Mittel-epsilon-Tone, ?Ober-Bajocium, 100 cm über Top vom Parkinsonien-Oolith; Profil Wettbach am Plettenberg bei Balingen, Württemberg. Staatl. Mus. Naturk. Stuttgart, a: Inv.-Nr. 24005, b: 24006. — x 1.

An anderen Lokalitäten setzt das Unter-Bathonium nach Hahn (1970, 10) in Württemberg mit der *macrescens*-Subzone unmittelbar über dem Parkinsonien-Oolith ein. Die tiefere *convergens*-Subzone (= Basis des Unter-Bathonium) ist bisher im Schwäbischen Jura nicht nachgewiesen (Hahn 1970, 10). Die am Plettenberg und wahrscheinlich auch am Lochen unmittelbar auf den Parkinsonien-Oolith folgenden Mittel-epsilon-Tone können durch ihr vermutetes Ober-Bajocium-Alter *(Parkinsonia dorni)* nicht mit den Wuerttembergica-Tonen der anderen Gebiete verglichen werden. Weitere Untersuchungen in den Mittel-epsilon-Tonen vom Plettenberg sind notwendig, um endgültig zu klären, wohin diese Tone mit *P. dorni* biostratigraphisch wirklich gehören.

4.2. Das Profil am Plettenberg im Vergleich mit den Profilen Glems (Mittlere Alb) und Eichberg (Wutachgebiet)

Bisher war nur von 2 Profilen des Ober-Bajocium, Glems und Eichberg (Buck, Hahn & Schädel 1966), die Ammoniten-Zonenfolge bekannt. Mit dem Profil am Plettenberg kommt nun ein drittes hinzu, das zwischen beiden oben genannten liegt und damit eine Kenntnislücke in der Südwestalb schließen hilft. Dabei zeigt es sich, daß die Mächtigkeitsverhältnisse der entsprechenden Zonen am Plettenberg sehr von denen der beiden anderen Profile abweichen. Zum Vergleich der Mächtigkeiten des Ober-Bajocium siehe auch Abb. 5.

Im Profil Glems liegt die Obergrenze der *subfurcatum*-Zone etwas unterhalb der Mitte des Hamiten-Tons (= Unter-epsilon-Tone). Der dort sehr geringmächtige Subfurcaten-Oolith umfaßt nach vorläufigen Ergebnissen — sie sollen in einer gesonderten Arbeit dargestellt werden — als höchste Subzone nur noch die *polygyralis*-Subzone.

Im Profil am Plettenberg dagegen gehört der größte Teil des Subfurcaten-Ooliths zur *subfurcatum*-Zone (die tiefsten 40 cm gehören wahrscheinlich noch zur *humphriesianum*-Zone). Die Grenze zwischen der *subfurcatum*-Zone und der *garantiana*-Zone könnte dort an der Oberkante des Subfurcaten-Ooliths liegen. Am Eichberg wird diese Grenze wiederum inmitten von Tonen, und zwar im unteren Teil der Parkinsonien-Schichten (= Unter-epsilon-Tone), vermutet (Buck, Hahn & Schädel 1966, 31). Die *subfurcatum*-Zone hat ihre größte Mächtigkeit mit ca. 10 m in Mittelwürttemberg (Glems); sie ist am Plettenberg nur ca. 1,80 m mächtig und steigt im Wutachgebiet (Eichberg) auf einen Umfang von etwa 4,5 m an.

Die *garantiana*-Zone ist mit ca. 14 m ebenfalls im Profil Glems am mächtigsten entwickelt, wobei nicht ganz auszuschließen ist, daß dort im obersten Teil des Hamiten-Tons evtl. schon die *parkinsoni*-Zone einsetzt. Die letzten Ammoniten der *garantiana*-Zone stammen nach Buck, Hahn & Schädel (1966, Profil 5) jedenfalls aus einer Lage ca. 1,5 m unterhalb des Parkinsonien-Ooliths. Im Profil am Plettenberg ist die ?*garantiana*-Zone nur etwa maximal 13 cm mächtig; sie nimmt am Eichberg auf ca. 1 m zu.

Die *parkinsoni*-Zone bleibt in Mittelwürttemberg (Glems) anscheinend auf den dort 1 m mächtigen Parkinsonien-Oolith beschränkt, während sie im Wutachgebiet (Eichberg) auf 39,5 m anschwillt (Buck, Hahn & Schädel 1966). Unklar bleibt ein Vergleich mit den entsprechenden Schichten am Plettenberg, solange nicht eindeutig geklärt werden kann, zu welcher Zone die Schichten mit *Parkinsonia dorni* zu stellen sind.

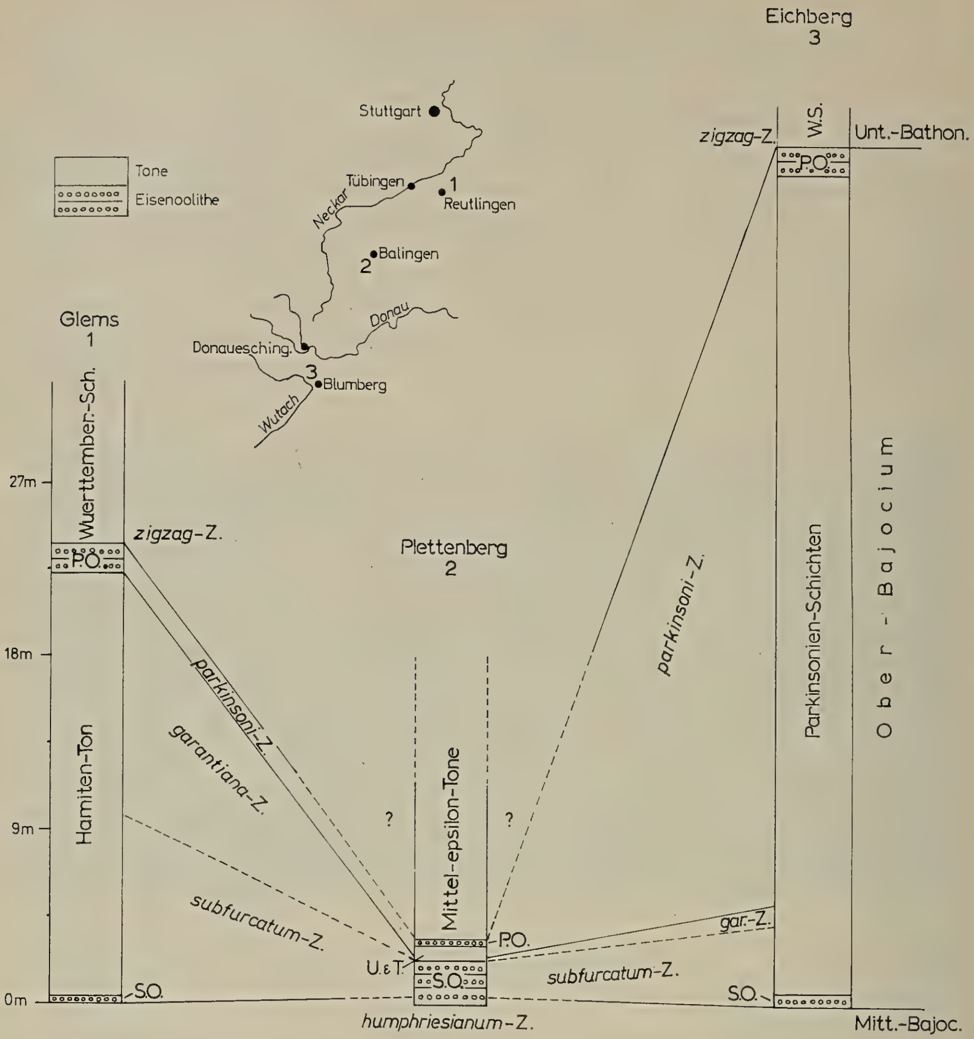

Eichberg
3
Stuttgart
Tübingen
1
Reutlingen
Neckar
2
Balingen
Donau
Donaueschingen
3
Blumberg
Wutach
Tone
Eisenoolithe
Glems
1
Wuerttember.-Sch.
27m
18m
9m
0m
P.O.
zigzag-Z.
Hamiten-Ton
parkinsoni-Z.
garantiana-Z.
subfurcatum-Z.
S.O.
Plettenberg
2
?
Mittel-epsilon-Tone
?
P.O.
U.εT.
S.O.
humphriesianum-Z.
subfurcatum-Z.
gar.-Z.
parkinsoni-Z.
zigzag-Z.
W.S.
P.O.
Unt.-Bathon.
Parkinsonien-Schichten
Ober - Bajocium
S.O.
Mitt.-Bajoc.

Abb. 5. Vergleich der Mächtigkeiten der verschiedenen Ammoniten-Zonen des Ober-Bajocium zwischen Glems (Mittelwürttemberg), Plettenberg bei Balingen (SW-Alb) und Eichberg (Wutachgebiet). 1: Profil Glems nach Buck, Hahn & Schädel (1966, Abb. 5); 2: Profil Plettenberg nach eigenen Aufnahmen 1977; 3: Profil Eichberg nach Buck, Hahn & Schädel (1966, Abb. 5).

Abkürzungen:

S.O. = Subfurcaten-Oolith
P.O. = Parkinsonien-Oolith
U.εT. = Unter-epsilon-Tone
W.S. = Wuerttembergica-Schichten
gar.-Z. = *garantiana*-Zone

5. Literatur

ARKELL, W. J. (1956): Monograph of the English Bathonian ammonites. Teil VI. — Palaeontographical Soc., 110/477, 141—162, 7 Abb., Taf. 18—19; London.

BENTZ, A. (1924): Über Dogger und Tektonik der Bopfinger Gegend. — Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver., 13, 1—45, 2 Abb.; Stuttgart.

BUCK, E., HAHN, W. & SCHÄDEL, K. (1966): Zur Stratigraphie des Bajocium und Bathonium (Dogger δ/ε) der Schwäbischen Alb. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 8, 23—46, 2 Abb., Taf. 4—9; Freiburg i. Br.

BUCKMAN, S. S. (1909—1930): Yorkshire Type Ammonites. 7 Bde., 790 Taf.; London (Wesley & Son).

DIETL, G. (1977): The Braunjura (Brown Jurassic) in Southwest Germany. — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 25, 41 S., 14 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Stuttgart.

— (1978): Die heteromorphen Ammoniten des Dogger (Stratigraphie, Taxonomie, Phylogenie, Ökologie). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 33, 97 S., 20 Abb., 11 Taf.; Stuttgart. — [1978a].

— (1978): Zur Braunjura γ/δ-Grenze (Unter-Bajocium) im Westteil der Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 36, 15 S., 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Stuttgart. — [1978b].

ETZOLD, A., HAHN, W. & KOERNER, U. (1975): Keuper, Jura und Tertiär in Bohrungen der Planungsgemeinschaft BN-Stollen zwischen Bodensee und Neckar. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 17, 89—255, 13 Abb., 1 Taf.; Freiburg i. Br.

FISCHER, E. (1913): Geologische Untersuchung des Lochengebiets bei Balingen. — Geol. Palaeont. Abh., N. F. 11/4, 267—336, 2 Abb., 7 Taf., 1 Karte; Jena.

FRANK, M. (1939): Fazies und Bildung des Braunen Jura ε im Bereich der Schwäbischen Alb. - Mitt. geol.-miner. Inst. TH Stuttgart, 42, 367—414, 5 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

— (1945): Die Schichtenfolge des mittleren Braunen Jura (δ/ε, Bajocien) in Württemberg. — Jb. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. 31 (1942), 1—32, 7 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.

FRITZ, P. (1962): Der Braune Jura δ in der weiteren Umgebung von Boll (Württemberg). — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 117, 99—121, 3 Abb.; Stuttgart.

GABILLY, J., CONTINI, D., MOUTERDE, R. & RIOULT, M. (1971): Bajocien. — In: MOUTERDE, R., ENAY, R., CARIOU, É., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J., MANGOLD, Ch., MATTEI, J., RIOULT, M., THIERRY, J. & TINTANT, H.: Les zones du Jurassique en France. — C. R. somm. Séances Soc. France, 6, 27 S.; Nancy.

GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1962): Der Schwäbische Jura. — Samml. geol. Führer, 40, 452 S., 46 Abb., 4 Suppl.; Berlin (Gebr. Borntraeger).

— (1968): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. 2. Aufl., 228 S., 73 Abb., 7 Tab., 11 Taf.; Stuttgart (E. Schweizerbart).

GUSSMANN, K. (1898): Der Braune Jura von Eningen und Umgebung. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 54, I—LI; Stuttgart.

— (1907): Die Hamiten von Eningen. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 63, 336—340; Stuttgart.

HAHN, W. (1975): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1 : 25 000. Erläuterungen zu Blatt 7620 Jungingen. 89 S., 17 Abb., 5 Taf.; Stuttgart.

KRIMMEL, O. (1886): Über den Braunen Jura Epsilon. — Diss. Univ. Tübingen. — [Mskr.]

PARSONS, C. F. (1976): A stratigraphic revision of the *humphriesianum/subfurcatum* Zone rocks (Bajocian Stage, Middle Jurassic) of Southern England. — Newsl. Stratigr., 5/2/3, 114—142, 5 Abb., 3 Tab.; Berlin & Stuttgart.

PAVIA, G. (1969): Nouvelles données sur le Bajocien de Digne (Basses-Alpes). Coéxistence de *Normannites, Itinsaites, Stemmatoceras, Teloceras* avec les premiers représentants de la superfamille Perisphinctaceae à la base de la zone à *subfurcatum*. — Boll. Soc. Geol. Ital., 88 (1969), 445—451, 4 Abb.; Modena.

— (1973): Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). — Boll. Soc. Paleont. Italiana, 10 (1971), 75—142, 8 Abb., 29 Taf.; Modena.

PAVIA, G. & STURANI, C. (1968): Étude biostratigraphique du Bajocien des Chaîne Subalpines aux environs de Digne (Basses-Alpes). — Boll. Soc. geol. Ital., 87, 305—316, 3 Abb.; Modena.

QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Würtembergs. 1. Aufl., 558 S.; Tübingen (H. Laupp).

— (1851): Das Flözgebirge Würtembergs. 2. Aufl., I—VIII u. 578 S.; Tübingen (H. Laupp).

— (1856—58): Der Jura. 842 S., 3 Tab., 100 Taf.; Tübingen (H. Laupp).

— (1886—87): Die Ammoniten des schwäbischen Jura. II. Der Braune Jura. 441—815, Taf. 55—90; Stuttgart (E. Schweizerbart).

Rieber, A. (1922): Die neuen Braunjura-Aufschlüsse bei Zillhausen im Vergleich mit den Nachbargebieten. — Diss. Univ. Tübingen. — [Mskr.]

Scholz, H. (1966): Braunjuraprofil bei Glems (Kreis Reutlingen) am Fuße der Schwäbischen Alb, aufgenommen beim Bau des Pumpspeicherwerkes Glems in den Jahren 1963—1964, und Beiträge zur Kenntnis des Braunjuras zwischen Echaz und Erms. — Dipl.-Arb. Univ. Tübingen. — [Mskr.]

Söll, H. (1954): Dogger-Profile aus dem Teufelsloch bei Bad Boll (Württemberg, mittlere Schwäbische Alb). — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **35** (1935), 43—53; Stuttgart.

Stahlecker, G. (1934): Stratigraphie und Tektonik des Braunen Jura im Gebiet des Stuifen und Rechberg. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **90**, 59—121, 1 Karte; Schwäbisch Hall.

Sturani, G. (1971): Ammonites and stratigraphy of the „Posidonia alpina“ beds of the Venetian Alps. (Middle Jurassic, mainly Bajocian). — Mem. Istit. Geol., Min. Univ. Padova, **28**, 190 S., 46 Abb., 16 Taf.; Padova.

Terzidis, A. (1966): Der Braune Jura im Gebiet zwischen Eningen und Glems (Mittlere Schwäbische Alb, Württemberg). — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. **48**, 31—67, 4 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

Westermann, G. E. G. (1967): Jurassique moyen (Alpes excluses). — *In:* Lexique stratigraphique international. **1**, Europe, fasc. 5 (2), Allemagne. 189 S., 11 Tab., 1 Kt.; Paris (Centre natl. recherche scient.).

Wetzel, W. (1924): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des mittleren Doggers von Nordwesteuropa. — Palaeontographica, **65**, 155—247; Stuttgart.

Zeiss, A. (1969): Dimorphismus bei einigen Ammoniten des Unter-Tithon. Mit einigen allgemeinen Bemerkungen zum Dimorphismus-Problem. — In: Westermann, G. E. G. (Hrsg.): Sexual dimorphism in fossil Metazoa and taxonomic implications. **1**, 155—164; Stuttgart (E. Schweizerbart).

Anschriften der Verfasser:
Dr. Gerd Dietl, Staatliches Museum für Naturkunde, Arsenalplatz 3, D-7140 Ludwigsburg
Robert Flaig, Goethestraße 55, D-7441 Unterensingen
Eugen Glück, Mühlstraße 18, D-7418 Metzingen

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 41 Stuttgart 1978

Ein Sauropoden-Rest (Reptilia, Saurischia) aus dem Posidonienschiefer (Lias, Toarcium) von Holzmaden

Von R. Wild, Ludwigsburg

Mit 2 Tafeln und 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Aus dem Posidonienschiefer (Toarcium) von Ohmden bei Holzmaden, Württemberg, wird der sauropode Dinosaurier *Ohmdenosaurus liasicus* n. gen. n. sp. anhand einer unvollständigen Hinterextremität (Tibia und Fußwurzel) bekanntgemacht. Es ist der erste Dinosaurierfund im Oberlias überhaupt, was seine isolierte Stellung unter den frühen Sauropoden erklärt. Korrosionserscheinungen an der Tibia deuten auf eine Umlagerung des Knochens nach vorheriger Einbettung an Land oder an der Küste.

Summary

The sauropod dinosaur *Ohmdenosaurus liasicus* n. gen. n. sp. is described by an uncomplete hinder limb (tibia and tarsus) from the Posidonienschiefer (Toarcium) of Ohmden near Holzmaden, Württemberg. It is the first-known dinosaur-find from the Upper Liassic at all, so showing its isolated position within the early sauropods. Corrosion-marks on the tibia indicate that the bone is dislocated after being imbedded on land or near the shore.

Einführung

Im Museum Hauff in Holzmaden ist seit mehreren Jahren ein als Plesiosaurier-Humerus bestimmter Extremitätenknochen ausgestellt. Bei einem meiner im Zusammenhang mit dem Baden-Württembergischen Denkmalschutzgesetz stehenden Besuche erkannte ich in diesem Knochen den Extremitätenrest eines Dinosauriers. Er stellt den ersten derartigen Fund im Posidonienschiefer Holzmadens dar. Das Stück wurde mir freundlicherweise von Dr. B. Hauff, Holzmaden, zur Bearbeitung ausgeliehen, wofür ich sehr danke. Dank sage ich auch H. Lumpe, Fotografenmeister am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart (Ludwigsburg), für die Anfertigung von Foto-Aufnahmen. Meinem Vater M. Wild, Kulmbach, danke ich für die Zeichnungen.

Der Saurierrest stammt nach den Auskünften von B. Hauff aus alten Beständen des Museums Hauff. Er wurde in einem der früheren, heute zugeschütteten Brüche auf der Gemarkung Ohmden gefunden. Da sich der Knochen nach unten in Schiefer fortsetzt, läßt sich 1. zweifelsfrei seine Herkunft aus dem

Posidonienschiefer (Toarcium) und 2. sein genaues stratigraphisches Niveau feststellen. Der grauschwarze, feinlaminierte Tonschiefer, der zahllose kleine Fischreste enthält, entstammt dem oberen Bereich des Schwarzjura Epsilon II_4, dem sogenannten unteren Schiefer. Der untere Schiefer zeichnet sich durch seltene Wirbeltierfunde, wie Flugsaurier und das Meereskrokodil *Pelagosaurus*, sowie das erstmalige Auftreten von Plesiosauriern und der Meereskrokodile überhaupt aus.

Bisherige Dinosaurier-Funde aus dem Schwarzjura (Lias)

Nach ihrem Ursprung wahrscheinlich in der Mitteltrias sind bereits in der Obertrias Saurischier und Ornithischier mit fast allen später bekannten Großgruppen, zum Teil sogar recht zahlreich, vertreten. Hingegen kennt man aus dem weltweit thalattokraten Lias von Dinosauriern meist nur fragmentäre Reste, Knochen und Zähne, vereinzelt auch Fährten. Sie sind fast ausschließlich aus Europa bekanntgeworden.

Aus dem unteren Schwarzjura (Angulatensandstein) von Lothringen erwähnt v. Huene (1908: 247, Fig. 277; 1932: 219) Megalosaurier-Zähne und eine Endphalange. Der untere Lias von Charmouth, Lyme Regis, Watchet in Dorset, Wilmcote in Warwick und Barrow-on-Soar in Leicestershire, England, lieferte Reste von Saurischiern und Ornithischiern. Auf die Saurischier-Funde wird in der Diskussion des Ohmdener Dinosauriers noch näher eingegangen. Am bekanntesten ist der Ornithischier *Scelidosaurus harrisoni* Owen, belegt durch ein vollständiges Skelett. Unter diesem Namen beschrieb Owen (1861, 1862) auch Reste von anderen Reptilien. Newman (1968: 40 ff.) bestimmte deshalb das vollständige Skelett als Lectotyp von *Scelidosaurus harrisoni*. Alle anderen unter diesem Namen laufenden Skelettreste (Rixon 1968: 315 ff.; Fig. 99—102; 1976: 105 ff.; Fig. 9—11) und der von Lydekker (1888: 181) als *Scelidosaurus* bestimmte Lectotyp, nach Newman (1968: 41 ff.) ein Megalosaurier-Kniegelenk, gehören nicht zu dieser Gattung. *Scelidosaurus* ist ein ornithopoder Ornithischier (Thulborn 1977: 725 ff.). Die von Owen (1861: 5 ff.; Tag. 3) und neuerdings Galton (1975: 74 ff.; Fig. 1 A—D) sowie Rixon als von jugendlichen Scelidosauriern stammend betrachteten Skelettreste aus dem Lias Englands sollen nach Newman (1968: 41) und Thulborn (1977: 725 ff.) zu einer mit dem Ornithischier *Hypsilophodon* nahe verwandten Form gehören. Mit dieser und *Scelidosaurus* wären demnach aus dem Lias Englands bislang zwei Ornithischier bekannt. Als weiterer europäischer Fund kommt noch *Lusitanosaurus* aus dem Lias (Sinemurium) von Portugal hinzu (Lapparent & Zbyszeski 1957: 47 f.), ein durch ein Kieferfragment belegter Ornithischier.

Aus dem oberen Lias sind bislang keine Dinosaurier-Funde beschrieben worden. Zwar erwähnt v. Huene (1926a: 36; 71) auf Grund einer brieflichen Mitteilung von Watson ein Dinosaurier-Femur aus Whitby. Dieser Knochen ist jedoch bislang nicht publiziert worden.

Auch die außereuropäischen Dinosaurierfunde aus dem Lias sind spärlich. Unter *Amygdalodon patagonicus* beschreibt Cabrera (1947: 1 ff.; Fig. 1—5) Zahn-, Wirbel- und Beckenreste eines frühen, bereits sehr großen Sauropoden. Erwähnt seien auch Reste eines Saurischiers aus dem Lias von Australien (v. Huene 1932: 232), des riesigen Saurischiers *Rhoetosaurus brownei* ebenfalls aus Australien (Longman 1926: 183 ff., Taf. 29—33; 1927: 1 ff., Taf. 1—5) und fragmentäre

Skeletteile von unbestimmten, ebenfalls riesenhaften Saurischiern aus dem Lias von Indien (JAIN, ROBINSON & CHOWDHURY 1962: 755 ff.; COLBERT 1965: 125 f.). Von Nordamerika (Arizona) stammt der kleine Saurischier *Segisaurus halli* (CAMP 1936: 39 ff.), dessen Alter als bislang liassisch angesehen wurde. Nach GALTON (1971: 790 ff.) hat dieser zu den Coelurosauriern gehörende Dinosaurier (ROMER 1968: 399) jedoch rätisches Alter. Deshalb und wegen seiner Zugehörigkeit zu den Coelurosauriern kann *Segisaurus* für den Vergleich mit dem Ohmdener Dinosaurier-Rest unberücksichtigt bleiben. Schließlich sei auch noch *Dilophosaurus wetherilli* (WELLES) angeführt. Nach WELLES (1954: 591 ff.; 1970: 989) soll *Dilophosaurus* aus dem oberen Unterlias oder dem unteren Mitteldogger stammen. *Dilophosaurus* ist ein großer Vertreter der Coelurosaurier (WELLES 1970: 989). CHARIG, ATTRIDGE & CROMPTON (1965: 216) sowie GALTON (1971: 792 f.) vermuten jedoch, daß das Alter der Kayenta-Formation, aus der *Dilophosaurus* stammt, obertriassisches Alter hat.

Systematische Beschreibung

In der systematischen Zuordnung des Ohmdener Dinosaurier-Restes stütze ich mich auf die von CHARIG, ATTRIDGE & CROMPTON (1965) aufgestellte neue Klassifikation der Ordnung Saurischia. Daß der Extremitätenrest aus Ohmden nur einem Saurischier zuzuordnen ist, wird in der Diskussion begründet.

Klasse Reptilia
Unterklasse Archosauria
Ordnung Saurischia SEELEY 1888
Unterordnung Sauropodomorpha v. HUENE 1932, sensu CHARIG & al.
Infraordnung Sauropoda MARSH 1878
Familie inc. sed.

Gattung *Ohmdenosaurus* n. gen.

Typusart: *Ohmdenosaurus liasicus* n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: nach dem Fundort Ohmden bei Holzmaden und gr. *σαῦρος* = Echse.

Diagnose der Gattung: Quadrupeder, etwa 3—4 m großer Saurischier mit gedrungener, massiver Tibia, die an beiden Gelenkenden stark verbreitert ist; Tibia mit lateral eingebogenem und lateral von einem Sulcus begrenztem, abfallenden, kräftigen Cnemialkamm; proximales Gelenkende senkrecht zur Schaftlängsachse stehend; Tibia seitlich mit distal bis zur Tibiamitte ziehender Crista lateralis; Astragalus flach, sandalenförmig, ohne Processus ascendens; Calcaneus klein, scheibenförmig; Fußgelenk mit ?knöchernen Sesamoiden.

Ohmdenosaurus liasicus n. sp.

Derivatio nominis: nach Lias, Unterer Jura.

Diagnose der Art: siehe Gattungsdiagnose.

Holotyp: Rechte Tibia, Astragalus, Calcaneus und ?Sesamoid-Knöchelchen in Tonschiefer-Platte, jedoch nicht mehr in natürlichem Skelettverband; ohne Nr. aufbewahrt im Museum HAUFF, Holzmaden.

Vorkommen: Schwarzer Jura, Epsilon II_4 (mittleres Toarcium, obere *tenuicostatum*- bis untere *falcifer*-Zone) von Ohmden bei Holzmaden, Württemberg.

Beschreibung und Maße

Tibia (Taf. 1, 2; Abb. 2b): Die rechte Tibia ist bis auf das distale Gelenkende allseitig freigelegt. Sie ist unverdrückt erhalten. An einigen Stellen ist bei der Präparation oberflächlich die perichondrale Knochenschicht verlorengegangen. Die Tibia ist an beiden Enden stark verbreitert. Die Enden weisen starke Korrosionserscheinungen auf (s. S. 10). Das proximale Ende der Tibia steht senkrecht zur Schaftlängsachse. Es ist in Längsrichtung verlängert (Taf. 2). Nach vorne setzt sich vom proximalen Gelenkende der etwa 4 cm vorspringende Cnemialkamm ab. Er ist laterad eingebogen. Seine proximale Oberfläche biegt, von der Gelenkfläche ausgehend, distad ab. Nach etwa 10 cm läuft der Cnemialkamm distad in den Schaft aus. Laterad wird der Cnemialkamm durch einen Sulcus gegen den Schaft der Tibia begrenzt. Etwa 8 cm unterhalb des proximalen Gelenkendes erhebt sich am Schaft die Crista lateralis. Sie ist großteils abgebrochen. Sie erstreckt sich über 13 cm distad bis etwa zur Mitte des Schaftes. Diese Muskelansatzstelle dürfte der flexorischen Tibialis-Muskulatur zur Insertion gedient haben (vgl. v. HUENE 1908: 296). Zwischen proximalem und distalem Gelenkende ist der Schaft stark eingezogen, insbesondere auf der fibularen Seite. Das distale Gelenkende ist querverbreitert und um 90° gegenüber dem proximalen tordiert. Infolge einer quer von lateral nach medial verlaufenden Bruchfläche ist das distale Gelenkende auf der hinteren Seite nur fragmentär erhalten. Die Gelenkfläche selbst ist großteils von Schiefer und einer sehr harten, pyritreichen Kalkgeode bedeckt. Diese setzt sich distad bis zum Astragalus fort (s. S. 6). Im Kalk ist die Schnecke *Coelodicus* häufig. Randlich geht die Kalkgeode in Tonschiefer über. Der beschädigte Condylus lateralis der Tibia liegt etwa 2—3 cm höher als der wesentlich breitere und längere Condylus medialis (= Malleolus tibiae). Auf der hinteren Seite ist der Condylus lateralis gegen den Condylus medialis durch eine Längsgrube und mehr medial durch eine scharfe, nur fragmentär erhaltene Crista abgesetzt, ähnlich wie bei *Plateosaurus*. Die Grube läuft proximad nach etwa 4 cm über dem lateralen Condylus in den Schaft aus. Nach hinten überragt der Malleolus tibiae den lateralen Condylus um bis zu 3 cm. Die Gelenkfläche des Malleolus ist im hinteren Abschnitt konvex gewölbt. Hingegen scheint sie nach vorne und zum lateralen Condylus zu konkav eingewölbt zu sein. Sie würde sich damit der proximalen Fläche des Astragalus anpassen. Das Fußgelenk, systematisch außerordentlich wichtig, ist in Abb. 2b rekonstruiert.

größte Länge	größte Breite proximal -längs	größte Breite proximal -quer	Durchmesser Mitte		größte Breite distal -längs	größte Breite distal -quer
			längs	quer		
405	ca. 150	115	63	43	ca. 75	ca. 120

Maße der Tibia (in mm)

Astragalus (Taf. 1; Abb. 1): Der sandalenförmige Astragalus liegt von der Tibia losgelöst und ist in die Plantarebene rotiert. Er zeigt die proximale Gelenkfläche. Diese weist eine größere, medial gelegene konkave und eine etwa 2 cm höher liegende, laterale kleinere Eintiefung auf. Letztere nimmt den Condylus lateralis der Tibia auf. In die größere Vertiefung des Astragalus gelenkt

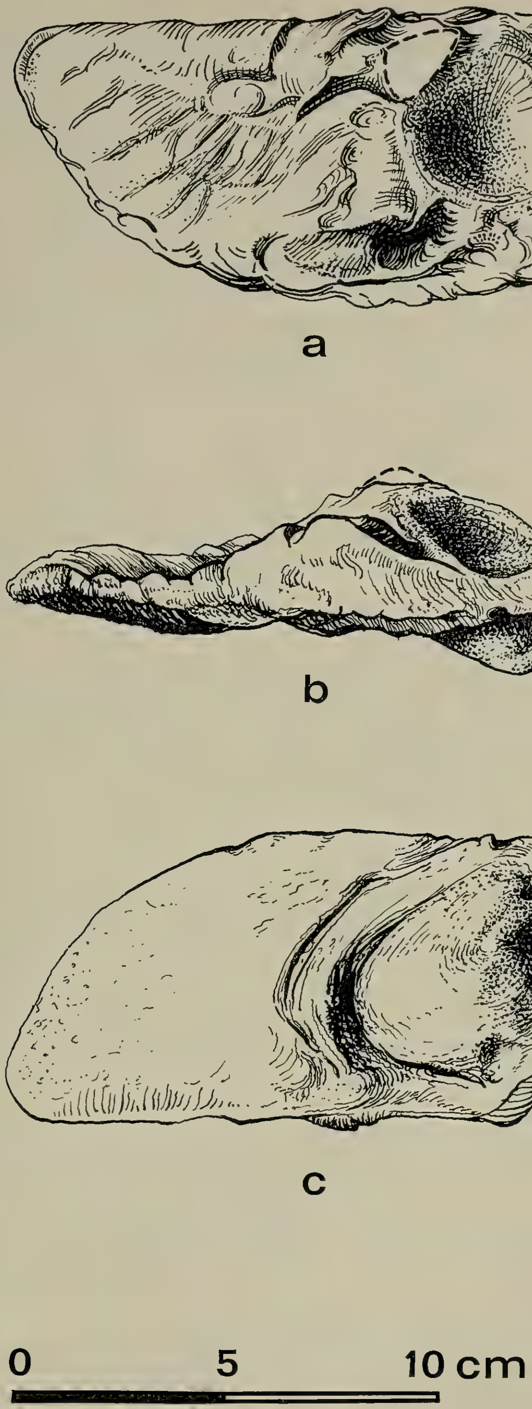


Abb. 1. *Ohmdenosaurus liasicus* n. gen. n. sp.; rechter Astragalus, Schwarzjura Epsilon II$_4$ (Toarcium) von Ohmden bei Holzmaden (Museum Hauff); a: von dorsal, b: von hinten, c: von ventral; gestrichelt: ergänzte Partien.

der Malleolus tibiae. Zwischen beiden Gelenkvertiefungen des Astragalus erscheint hinten eine Furche. Sie wird als Ligamentgrube für den Ansatz von Bändern des Fußgelenkes gedeutet. Dem Astragalus fehlt ein ausgesprochener Processus ascendens. Die distale Gelenkfläche des Astragalus legte ich selbst frei. Sie war von einer pyritreichen Stinkkalkgeode bedeckt, die sich bis zum Malleolus tibiae fortsetzte (s. S. 4). Diese Konkretion enthält häufig die kleine Schnecke *Coelodiscus*. Man nimmt an, daß sie aasfressend war, da sie fast ausschließlich in Kalkkonkretionen um Wirbeltierreste vorkommt. Die distale Seite des Astragalus weist lateral eine halbringförmige Vertiefung auf. Diese umgibt eine dazwischenliegende Aufwölbung. Wegen der durchgehend unversehrten Oberflächenstruktur handelt es sich bei dieser Vertiefung um keine Korrosionskavität, sondern wahrscheinlich um eine Ligamentgrube oder eine Zone unvollständiger Verknöcherung. Eine vergleichbare Struktur ist mir von keinem Saurischier-Astragalus bekannt.

größte Breite	größte Länge	größte Höhe medial -anterior	größte Höhe medial -posterior	größte Höhe lateral -anterior	größte Höhe lateral -posterior
140	65	19	15	ca. 30	25

Maße des Astragalus (in mm)

Calcaneus (Taf. 1): Der Calcaneus ist gerundet scheibenförmig. Sein größter Durchmesser beträgt 43 cm, seine größte Höhe in der Mitte 15 mm. Die ?proximale Oberfläche ist ähnlich wie beim Astragalus und den Tibia-Endflächen rauh strukturiert und randlich gefurcht. Dies deutet auf einen ursprünglichen Knorpelüberzug. Die ?distale Gelenkfläche des Calcaneus ist uhrglasförmig nach unten gewölbt.

?Sesamoide (Taf. 1): Auf der hinteren Seite, distal vom lateralen Condylus, liegen mehrere 5—30 mm große, längliche oder runde und zum Teil ineinander übergehende knöcherne Gebilde. Sie weisen eine körnige, unregelmäßig begrenzte Oberfläche auf. Vom umgebenden Schiefergestein sind sie deshalb nur schwer freizupräparieren. Durch ihre Körnigkeit unterscheiden sie sich auffallend vom Perichondral- und Enchondral-Knochengewebe der Tibia. Ich vermute, daß es sich bei diesen Gebilden um verknorpelte Sesamoide handelt, die, durch Kalksalze imprägniert, fossil erhalten sind. Diese ?Sesamoide liegen im Bereich der ursprünglichen Anheftungsstellen des Musculus peronaeus bzw. der Achillessehne an der Stelle stärkster Zugspannung des Fersengelenkes. Deshalb werden sie als mögliche Sehnenverknöcherungen angesprochen, auch wenn diese Feststellung im Gegensatz zu v. Huenes Auffassung steht, die Saurischier hätten niemals Sehnenverknöcherungen gehabt (v. Huene 1932: 23). Möglicherweise sind die beschriebenen Gebilde aber auch verkalkte Knorpelteile des Astragalus.

Diskussion

Wie Charig, Attridge & Crompton (1965: 208, 210; Taf. 1, Fig. 1—6) dargelegt haben, ist gerade das Fußgelenk neben der Form des Beckens für die Klassifikation der Saurischia von entscheidender Bedeutung. Der Extremitätenrest *Ohmdenosaurus* kann somit systematisch einwandfrei bestimmt werden. Seine besonderen Merkmale seien noch einmal hervorgehoben: massive, terminal stark verbreiterte Tibia mit distad abfallendem, laterad eingebogenem und durch einen Sulcus begrenztem Cnemialkamm; tiefliegende, bis zur Schaftmitte ziehende Crista lateralis; distales Tibiaende deutlich zweigeteilt und beide Condylen gegeneinander in der Höhe versetzt; flacher Astragalus ohne Processus ascendens; scheibenförmiger Calcaneus. Auf Grund dieser Merkmale gehört *Ohmdenosaurus* nicht zu den Ornithischiern, auch wenn entfernte Ähnlichkeit z. B. mit dem obertriassischen *Pisanosaurus* aus Argentinien besteht (BONAPARTE 1976: 811 f.; Fig. 5). Sie ist genereller Art, da *Pisanosaurus* nahe der Ursprungsgruppe der Saurischia und Ornithischia, mitteltriassischen Thecodontiern, steht. Obige Merkmale der Tibia und des Fußgelenkes weisen *Ohmdenosaurus* zweifelsfrei als quadrupeden Saurischier aus. Wegen des unterschiedlichen Baues des Fußgelenkes und der hohlen Extremitätenknochen scheiden Theropoden, also Coelurosaurier und Carnosaurier der Klassifikation nach CHARIG & al., von vorneherein aus (vgl. COLBERT 1964). Die triassischen „Carnosaurier“ haben ein den Prosauropoden entsprechendes Fußgelenk mit zentralem Processus ascendens am Astragalus. Dieser wird hinten distal von einem tief reichenden, vom Condylus medialis der Tibia ausgehenden Fortsatz begrenzt (Abb. 2a). Die triassischen, bislang nur von unvollständigen Skelettresten her bekannten „Carnosaurier“ werden deshalb von CHARIG & al. als carnivore Prosauropoden betrachtet. Die Carnosaurier des Jura besitzen hingegen einen vorn am Astragalus aufragenden, schmalen Processus ascendens. Er greift vorn-proximad über das distale Gelenkende der Tibia (CHARIG & al. 1965: Taf. 1; Fig. 5, 6). Der Bau des Fußgelenkes der Carnosaurier des Jura erinnert mehr an jenen der Coelurosaurier. Die morphologischen Übereinstimmungen zwischen beiden verwandten Gruppen erstrecken sich auch auf die Tibia, wie aus der unterschiedlichen systematischen Zuordnung isoliert gefundener derartiger Knochen hervorgeht. So wurde eine von WOODWARD (1908: 257 ff.; Fig.) aus dem unteren Lias von Wilmcote, England, beschriebene Megalosaurier-Tibia von ANDREWS (1921: 570 f.; 575) in die Nähe des ?Coelurosauriers *Sarcosaurus woodi* ANDREWS gestellt, von v. HUENE (1932: 51 f.) unter dem Namen *Sarcosaurus andrewsi* als Coelurosaurier-Tibia neu beschrieben, in der gleichen Arbeit (218; Taf. 43, Fig. 1) als *Magnosaurus woodwardi* HUENE jedoch zu den Megalosauriern gerechnet und schließlich als „Sarcosaurus-Tibia“ wiederum den Coelurosauriern zugeordnet (v. HUENE 1956: 477). Wie bei anderen Megalosauriern weist diese Tibia aus dem unteren Lias mit jener von *Ohmdenosaurus* durch die unterschiedliche Ausbildung des Cnemialkammes, die nach hinten abfallende proximale Gelenkfläche der Tibia, sowie das unterschiedlich gebaute distale Tibiaende, von der Größe abgesehen, nur oberflächliche Ähnlichkeit auf (vgl. auch OWEN 1856: 18; Taf. 9; NEWMAN 1968; 41; Taf. 8, Fig. 3, 4; v. HUENE 1932: 222).

Die Tibia/Tarsal-Gelenkung der Sauropoden ist jener der Prosauropoden recht ähnlich (Abb. 2c). Dies ist auch einer der Gründe, Prosauropoden und Sauropoden als Unterordnung Sauropodomorpha v. HUENE 1932 zusammenzufassen (CHARIG & al. 1965: 214). Die Sauropoden stammen von Prosauropoden ab (v. HUENE 1932: 17 ff.; COLBERT 1964: 19 f.). Beide Gruppen scheinen primär quadruped zu sein. Nur einzelne, jedoch weitverbreitete und deshalb gut bekannte Prosauropoden haben sich über ein semiquadrupedes Stadium dann auch biped fortbewegt, wie z. B. die Plateosaurier. Hiermit in Zusammenhang steht der Bau des Tarsus und die Ausbildung der Tibia. Eine nach hinten abfallende proximale

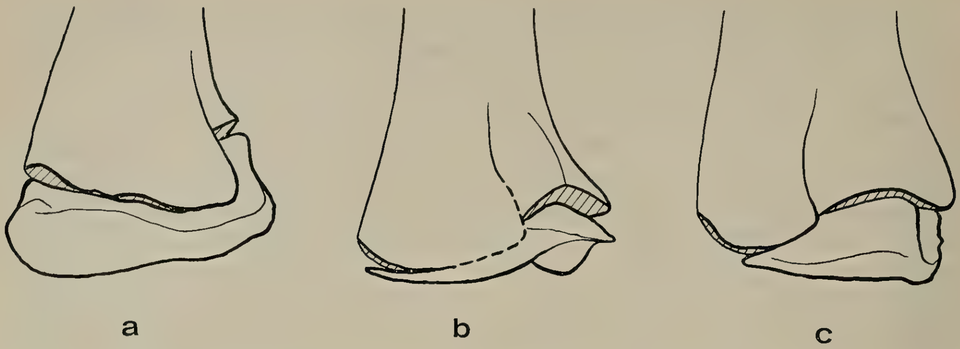


Abb. 2. Vergleich der Tibia/Astragalus-Gelenkung a: des Prosauropoden *Plateosaurus* (SMNS Nr. 13200) aus dem mittleren Keuper von Trossingen, b: des Sauropoden *Ohmdenosaurus* (Museum Hauff) aus dem Toarcium von Ohmden und c: des Sauropoden *Brontosaurus* (SMNS Nr. 10368) aus dem Oberjura von Wyoming, USA; jeweils rechts von hinten, auf gleiche Größe gebracht; gestrichelt: ergänzte Partien. SMNS = Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart (Ludwigsburg).

Gelenkfläche der Tibia deutet auf eine im Kniegelenk abgewinkelte Hinterextremität, wie sie z. B. auch die Plateosaurier aufweisen. Sie ist in erster Linie bei bipeden Saurischiern festzustellen (Romer 1968: 377, 615 ff.; v. Huene 1908: 325 f.; 1932: 222). Hingegen haben die quadrupeden Saurischier „graviportale", säulenförmige Hinterextremitäten. Die Gelenkflächen von Tibia und Femur stehen nahezu senkrecht zur Schaftlängsachse des jeweiligen Knochens. Das Kniegelenk ist also in Ruhestellung mehr oder weniger gestreckt. Dementsprechend wirkt sich das auf die Hinterextremität übertragene Körpergewicht bei abgewinkeltem Kniegelenk auf die Form des Astragalus anders aus, als bei gestrecktem Kniegelenk. Deshalb ist der Processus ascendens am Astragalus bei den quadrupeden Sauropoden nur schwach ausgebildet oder fehlt zum Teil gänzlich (vgl. Romer 1968: 614). Dieser Fortsatz ist bei den bipeden oder semiquadrupeden Prosauropoden stark entwickelt (v. Huene 1926b: 37; Taf. 5, Fig. 8) (Abb. 2a). Der Processus ascendens fehlt dem Astragalus von *Ohmdenosaurus.* Im Gegensatz zu *Plateosaurus* hat die Tibia von *Ohmdenosaurus* eine horizontale proximale Gelenkfläche (Taf. 2). Beide Merkmale sprechen somit übereinstimmend für eine quadrupede Fortbewegungsweise von *Ohmdenosaurus.* Ich halte somit *Ohmdenosaurus* für einen Sauropoden. Von den Größenunterschieden einmal abgesehen, erinnert der Astragalus von *Ohmdenosaurus* eher an jenen z. B. von *Diplodocus, Brontosaurus* (Abb. 2c) oder *Camarasaurus* (Osborn & Mook 1921: 369 ff.; Fig. 116) als an jenen der Prosauropoden, z. B. *Plateosaurus* (Abb. 2a). Leider sind unter- und mitteljurassische Sauropoden wegen weltweit vorherrschender mariner Ablagerungen sehr selten und liegen nur in Resten, so wie *Ohmdenosaurus,* vor. Von *Amygdalodon patagonicus* Cabrera aus dem Lias Patagoniens sind nur einzelne Zähne, Wirbel und ein fragmentäres Pubis bekannt (Cabrera 1947: 1 ff.; Fig. 1—5). Auch der bereits riesenhafte Sauropode *Rhoetosaurus brownei* Longman aus dem Lias von Queensland, Australien, (Longman 1926: 183 ff.; Taf. 29—33; 1927: 1 ff.; Taf. 1—5) ist nur sehr fragmentär überliefert. Mit einer Femurlänge von über 1,50 m ist *Rhoetosaurus* mehr als dreimal so groß wie *Ohmdenosaurus. Rhoetosaurus* wird wie *Amygdalodon* in der Familie Brachiosauridae zur Unterfamilie Cetiosaurinae gezählt (ROMER 1968: 620). Diese soll nahe der Ursprungsgruppe der Sauropoden stehen, obwohl sie bereits im Lias mit gigantischen Formen vertreten ist. Die namengebende Gattung ist *Cetiosaurus* aus dem Oxford von England (OWEN 1875: 27 ff.). Die nahezu 1 m lange Tibia von *Cetiosaurus* (OWEN 1875: 37 ff.; Fig. 7; v. HUENE 1927: 449; Taf. 14, Fig. 41) ist wie jene bei den geologisch jüngeren Sauropoden am proximalen Ende in der Medianen außerordentlich stark verlängert. Beträgt der Zahlenwert für das Verhältnis größte Länge zu größter Breite des proximalen Tibiaendes z. B. bei *Plateosaurus* 1,1 und bei *Ohmdeosaurus* 1,4, so macht dieser Wert bei *Cetiosaurus* bereits 3,0 und bei *Brontosaurus* über 3 aus. Hierdurch und durch die beträchtlichen Größenunterschiede ist klar bewiesen, daß *Ohmdenosaurus* nicht zur Familie Brachiosauridae und damit auch nicht zu den Cetiosauriern gehören kann. Wie auch der eigenartige Astragalus dokumentiert, scheint *Ohmdenosaurus* eine neue Familie innerhalb der Sauropoda zu repräsentieren.

Ohmdenosaurus ist ein kleiner Sauropode, gemessen an den bekannten Riesenformen. Auch auf Grund des Baues der Tibia dürfte er der Ursprungsgruppe der Sauropoden viel näher stehen als die großwüchsigen Cetiosaurier. Daß es bereits in der Obertrias kleine quadrupede Sauropoden oder diesen nahestehende Prosauropoden gegeben hat, aus denen dann die Sauropoden abgeleitet werden können, ist durch Fährten aus den obertriassischen Stormberg-Schichten Südafrikas belegt (CHARIG & al. 1965: 202; F. & E. ELLENBERGER & GINSBURG 1970: 152 f.; Fig. 2f, k). Die Erzeuger dieser Fährten sind großteils bislang unbekannt. Doch könnte eine dieser Formen nach F. ELLENBERGER & GINSBURG (1966) der prosauropode oder vielleicht schon sauropode Dinosaurier *Euskelosaurus* aus der Obertrias Südafrikas sein. Zu dieser Gruppe kleiner, quadrupeder Sauropoden kann auch *Ohmdenosaurus* gerechnet werden. Im Bau des Fußgelenkes steht *Ohmdenosaurus* wegen des vielleicht nicht ganz vollständig verknöcherten, flachen Astragalus den Sauropoden näher als den Prosauropoden (Abb. 2). Die Tibia mit ihrem deutlich abgestuften distalen Gelenkende und der Umriß des schuhförmigen Astragalus weisen hingegen mehr auf die Prosauropoden. So steht der Extremitätenrest von Ohmdenosaurus nahezu intermediär zwischen Prosauropoden und Sauropoden und zeigt die teils fortschrittliche, teils konservativ verlaufende Evolution einzelner Knochen nach dem WATSONschen Mosaikmodus. Wie die Entwicklung der Sauropoden von ihrem ersten Auftreten, wahrscheinlich bereits in der Obertrias, dann im Lias und Dogger verlief, weiß man gegenwärtig nicht. Bislang kennt man auch fast keine zwischen Prosauropoden und Sauropoden vermittelnden Formen. Mit dem Ende der Triaszeit verschwinden die Prosauropoden plötzlich und weltweit (COLBERT 1964: 19; GALTON 1971: 792); was vielleicht durch ihr Aussterben an der Trias/Jura-Grenze infolge der sich grundlegend und in geologisch sehr kurzer Zeit ändernden Land/Meer-Verhältnisse erklärt werden könnte (COLBERT 1965: 123 ff.). Erst vom oberen Dogger bzw. vom Malm an sind die Sauropoden mit den bekannten Riesenformen zahl- und formenreich weltweit vertreten.

Erhaltungszustand und Herkunft

Der Extremitätenrest aus dem Posidonienschiefer von Ohmden ist der einzige Nachweis von terrestrischen Sauriern im Oberlias (Toarcium) überhaupt, wenn man von dem unbeschriebenen Femur aus Whitby (v. HUENE 1926a: 36) einmal absieht. Sein Vorkommen im Fundgebiet Holzmaden bestätigt die Landnähe des Ablagerungsraumes in Süddeutschland. Hierauf deuten auch vereinzelte Funde von Zweigen und Ästen von Koniferen, Cycadeen und Schachtelhalmgewächsen, sowie die häufigen, bis 10 m langen Koniferenstämme. Seit kurzem kennt man aus dem unteren Posidonienschiefer Süddeutschlands auch zwei Rhynchocephalen-Skelette, die demnächst beschrieben werden sollen. Ihr Skelettbau spricht für Bewohner von Küstengewässern. Indirekt ist dies auch durch die Gastrolithen des Krokodiliers *Steneosaurus* und generell durch den Skelettbau der Liaskrokodilier belegt (Westphal 1962: 110 ff.). Auch die Flugsaurier sind Indikatoren für Landnähe.

Die Tibia von *Ohmdenosaurus* weist einen besonderen Erhaltungszustand auf, wie er bislang an Wirbeltierresten im Posidonienschiefer Mitteleuropas noch nicht beobachtet wurde. Auf der Medialseite des proximalen und distalen Gelenkendes der Tibia befindet sich jeweils eine unterschiedlich große und tiefe Korrosionskavität. Am proximalen Ende ist diese 7 cm breit, 5 cm hoch und 5 cm tief. Am distalen Ende verläuft sie über 9 cm quer von vorne nach hinten-seitlich, ist etwa 3—4 cm hoch und etwa 2 cm tief (Taf. 2). Die nahezu gleiche Orientierung dieser Kavitäten an den vorspringenden Bereichen der Gelenkenden läßt darauf schließen, daß der Knochen vor seiner endgültigen Einbettung längere Zeit an Land oder im Wasser der Erosion ausgesetzt war. Diese griff den Knochen einseitig an, was darauf schließen läßt, daß er, auf der Lateralseite liegend, soweit im Sediment eingebettet war, daß die Erosion nur die darüber hinausragenden Gelenkenden einseitig kappen konnte. Ob der Knochen bis dahin noch im Skelettverband stand, ist unbekannt. Tibia und Fußwurzel müssen jedoch noch miteinander verbunden gewesen sein, wie der Fundzustand zeigt. Der Skelettrest erfuhr also sehr wahrscheinlich einen zweimaligen Transport und eine zweimalige Einbettung. Einmal, vermutlich noch im Skelettverband, vom Todesort des Tieres bis zum ersten Ablagerungsort. Dort entstanden die Korrosionskavitäten. Nach Aufarbeitung wurde er zum endgültigen Fundort transportiert. Bislang sind bei keinem einzigen marinen oder amphibischen Wirbeltier des Posidonienschiefers derartige Korrosionserscheinungen festgestellt worden. Submarine Erosion fand nämlich im Ablagerungsbereich des süddeutschen Posidonienschiefers wegen weitgehend fehlenden Tiefenströmungen, also sehr ruhigen Sedimentationsbedingungen (Rieber 1975: 177 ff.), nicht statt. Ich nehme deshalb an, daß die Korrosionskavitäten noch an Land in Küstennähe, vielleicht in einem Flußdeltabereich, entstanden sind. Erst bei dem später erfolgten Transport von dort zum endgültigen Einbettungsort scheint das Skelett oder der Kadaver zerlegt worden zu sein. Jedenfalls gelangte die Tibia noch mit der Fußwurzel in natürlichem Verband zum Fundort. Nach Fäulnis der restlichen noch verbindenden Weichteile — worauf die aasfressende Schnecke *Coelodiscus* hinweisen könnte — erfolgte eine geringe Verlagerung der Knochen, wie sie häufig auch an anderen Wirbeltierskeletten beobachtet wird. Dies geht auf geringe Wasserbewegung zurück, wie sie allgemein an Fossilien im Posidonienschiefer von Holzmaden immer wieder festzustellen ist (Hauff 1960: 38). Der Transport vom ersten zum endgültigen Einbettungsort setzt bei dem Gewicht der dickwandigen Tibia eine hohe Energie voraus, insbesondere wenn man berücksichtigt, daß die Holzmaden nächstgelegene Küste damals im Südosten in mindestens 100 km Entfernung zu suchen ist (vgl. Lemcke 1970; 27 f.; Fig. 4). Der Transport könnte durch starke oberflächennahe Strömungen (Hauff 1960: 41 ff.; Rieber 1975: 182) erfolgt sein. Doch ist eher an einen solchen durch Aasfresser, Krokodile oder Plesiosaurier zu denken. Mit der in den letzten Jahren stark zunehmenden Häufigkeit von Wirbeltierfunden im Gebiet Holzmaden wächst vielleicht auch die Chance, einen weiteren Landsaurierrest zur Klärung dieser Fragen zu finden. Jedenfalls zeigen die obigen Feststellungen, wie wichtig es ist, den Erhaltungszuständen von Wirbeltierresten Beachtung zu schenken, um die Entstehung dieser einzigartigen Fossillagerstätte klären zu können.

Literatur

Andrews, C. W. (1921): On some remains of a theropodous dinosaur from the Lower Lias of Barrow-on-Soar. — Ann. Mag. nat. Hist., (9) **8**, 570—576; London.

Bonaparte, J. F. (1976): *Pisanosaurus mertii* Casamiquela and the origin of the Ornithischia. — J. Paleontology, **50**/5, 808—820; Tulsa/Okl.

Buckland, W. (1824): Notice on the *Megalosaurus* or great fossil lizard of Stonesfield. — Trans. geol. Soc. London, (2) **1**, 390—396; London.

Cabrera, A. (1947): Un saurópodo nuevo del Jurásico de Patagonia. — Notas Mus. La Plata, **12**, Paleont. no. 75, 1—17; La Plata.

Camp, C. L. (1936): A new type of small bipedal dinosaur from the Navajo Sandstone of Arizona. — Univ. Calif. Publ., Dep. geol. Sci. Bull., **24**, 39—56; Berkeley.

Charig, A. J., Attridge, J. & Crompton, A. M. (1965): On the origin of the sauropods and the classification of the saurischia. — Proc. Linn. Soc. London, **176**/2, 197—221, London.

Colbert, E. H. (1964): Relationships of the saurischian dinosaurs. — Amer. Mus. Novitates, no. 2181, 1—24; New York.

— (1965): The age of reptiles. 14+228 S., 67 Abb.; London (Weidenfeld & Nicolson).

Ellenberger, F. & Ginsburg, L. (1966): Le gisement de dinosauriens Triasiques de Maphutseng (Basutoland) et l'origine des sauropodes. — Centr. nation. Rech. Acad. Sci. Paris, **262**, 444—447; Paris.

Ellenbbeger, F., Ellenberger, P. & Ginsburg, L. (1970): Les dinosauriens du Trias et du Lias en France et en Afrique du Sud, d'après les pistes qu'ils ont laisées. — Bull. Soc. géol. France, (7) **12**, 151—159; Paris.

Galton, P. M. (1971): The prosauropod dinosaur *Ammosaurus*, the crocodile *Protosuchus*, and their bearing on the age of the Navajo Sandstone of Northeastern Arizona. — J. Paleontology, **45**/5, 781—795; Tulsa/Okl.

— (1975): English hypsilophodontid dinosaurs (Reptilia: Ornithischia). — Paleontology, **18**/4, 741—752; London.

Hauff, B. (1960): Das Holzmadenbuch. 2. Aufl., 54 S., 80 Taf., 5 Abb.; Öhringen (Rau).

Huene, F. v. (1907—08): Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit Berücksichtigung der außereuropäischen Vorkommnisse. — Geol. paläont. Abh., Suppl. **1**, Text u. Taf., 12+419 S., 351 Abb., 111 Taf.; Jena.

— (1926): The carnivorous saurischia in the Jura and Cretaceous Formations. — Rev. Mus. La Plata, **29**, 35—167; Buenos Aires. — [1926 a]

— (1926): Vollständige Osteologie eines Plateosauriden aus dem schwäbischen Keuper. —

— (1927): Sichtung der Grundlagen der jetzigen Kenntnis der Sauropoden. — Eclogae geol. Helv., **20**/3, 444—470; Basel.

Geol. paläont. Abh., N. F. **15**/2, 139—178; Jena. — [1926 b]

— (1932): Die fossile Reptil-Ordnung Saurischia, ihre Entwicklung und Geschichte. — Monogr. Geol. Paläont., (1) **4**, 361 S., 41 Abb., 56 Taf.; Leipzig.

— (1956): Paläontologie und Phylogenie der Niederen Tetrapoden. 12+716 S., 690 Abb.; Jena (Fischer).

Jain, S. L., Robinson, P. L. & Chowdhury, T. K. R. (1962): A new vertebrate fauna from the Early Jurassic of the Deccan, India. — Nature, **194**, 755—757; London.

Lapparent, A. F. de & Zbyszewski, G. (1957): Les dinosauriens du Portugal. — Serv. Géol. Portugal Mém., N. S. **2**, 1—63; Lisboa.

LEMCKE, K. (1970): Epirogenetische Tendenzen im Untergrund und in der Füllung der Molassebeckens nördlich der Alpen. — Bull. Ver. schweiz. Petrol. Geol. Ing., **37**, no. 91, 25—34; Basel.

LONGMAN, H. A. (1926): A giant dinosaur from Durhan Downs, Queensland. — Mem. Queensland Mus., 8/3, 183—194; Brisbane.

— (1927): The giant dinosaur *Rhoetosaurus Brownei.* — Mem. Queensland Mus., **9**/1, 1—18; Brisbane.

LYDEKKER, R. R. (1888): Catalogue of the fossil reptilia and amphibia in the British Museum (Natural History). Part I. 12+303 S.; London (Taylor & Francis).

NEWMAN, B. H. (1968): The Jurassic dinosaur *Scelidosaurus harrisoni,* OWEN. — Palaeontology, **11**/1, 40—43; London.

OSBORN, H. F. & MOOK, C. C. (1921): *Camarasaurus, Amphicoelias,* and other sauropods of COPE. — Mem. amer. Mus. nat. Hist., N. S. 3/3, 249—387; New York.

OWEN, R. (1856): Monograph of the fossil reptilia of the Wealden Formations. — Part. III. *Megalosaurus bucklandi.* — 26 S., 12 Taf.; London (Palaeontogr. Soc.).

— (1861): A monograph of a fossil dinosaur *(Scelidosaurus harrisonii,* OWEN) of the Lower Lias. Part I of a monograph of the fossil reptilia of the Liassic Formations. 14 S., 6 Taf.; London (Palaeontogr. Soc.).

— (1862): A monograph of a fossil dinosaur *(Scelidosaurus harrisonii,* OWEN) of the Lower Lias. Part II of a monograph of the fossil reptilia of the Liassic Formations. 26 S., 11 Taf.; London (Palaeontogr. Soc.).

— (1875): British fossil reptilia of the Mesozoic Formations. Part II. Monograph of the genus *Cetiosaurus.* 27—43; London (Palaeontogr. Soc.).

RIEBER, H. (1975): Der Posidonienschiefer (oberer Lias) von Holzmaden und die Grenzbitumenzone (mittlere Trias) des Monte San Giorgio (Kt. Tessin, Schweiz). — Jh. Ges. Naturk. Württ., **130**, 163—190; Stuttgart.

RIXON, A. E. (1968): The development of the remains of a small *Scelidosaurus* from a Lias nodule. — Museums J., **67**/4, 315—321; London.

— (1976): Fossil animal remains: Their preparation and conservation. 6+304 S., 35 Abb.; London (Athlone).

ROMER, A. S. (1968): Osteology of the reptiles. 2. Aufl., 21+772 S., 248 Abb.; Chicago & London (University Press).

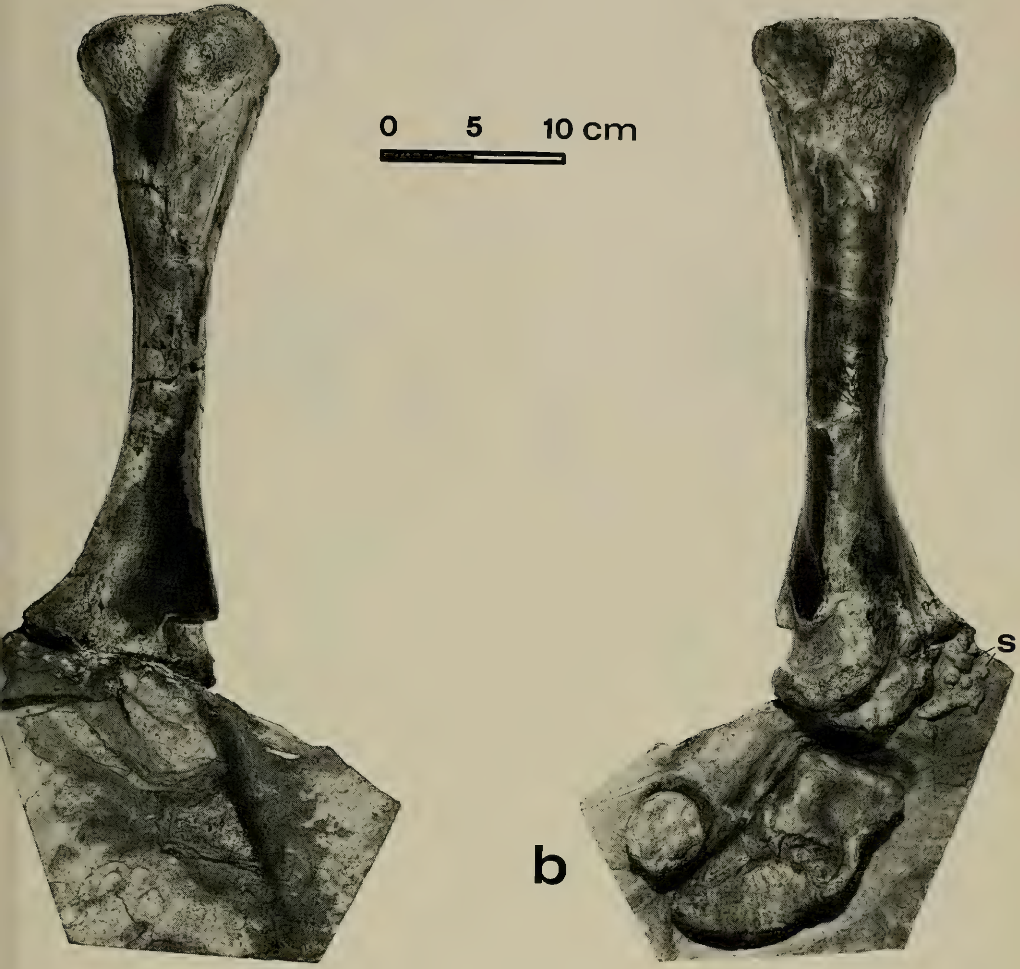
THULBORN, R. A. (1977): Relationships of the Lower Jurassic dinosaur *Scelidosaurus harrisonii.* — J. Paleontology, **51**/4, 725—739; Tulsa/Okl.

WELLES, S. P. (1954): New Jurassic dinosaur from the Kayenta Formation of Arizona. — Bull. geol. Soc. America, **65**, 591—598; Washington.

— (1970): *Dilophosaurus* (Reptilia: Saurischia), a new name for a dinosaur. — J. Paleontology, **44**/5, S. 989; Tulsa/Okl.

WESTPHAL, F. (1962): Die Krokodilier des deutschen und englischen Oberen Lias. — Palaeontographica, **118**, 23—118; Stuttgart.

WOODWARD, A. S. (1908): Note on a megalosaurian tibia from the Lower Lias of Wilmcote, Warwickshire. — Ann. Mag. nat. Hist., (8) **1**, 257—259; London.

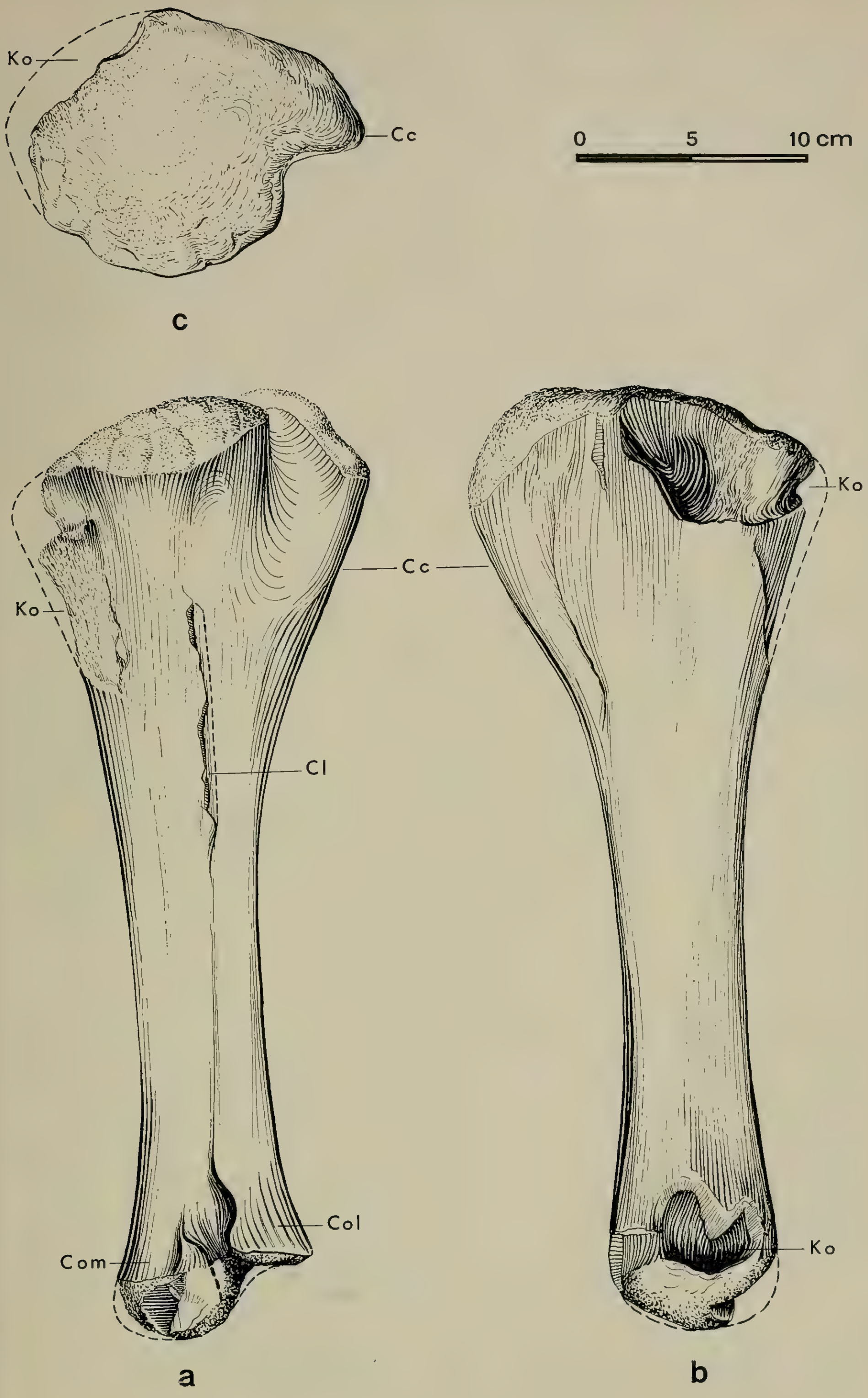


Tafel 1.

Ohmdenosaurus liasicus n. gen. n. sp.; rechte Tibia, Astragalus, Calcaneus und ?Sesamoide (= s); Schwarzjura Epsilon II$_4$ (Toarcium) von Ohmden bei Holzmaden (Museum HAUFF); a: von vorn, b: von hinten.

Tafel 2.

Ohmdenosaurus liasicus n. gen. n. sp.; rechte Tibia; a: von lateral; b: von medial; c: proximale Gelenkfläche. — Cc = Crista cnemialis, Cl = Crista lateralis, Col = Condylus lateralis, Com = Condylus medialis, Ko = Korrosionskavität; gestrichelt: Umriß ergänzt.


Ko
Cc
0
5
10 cm
c
Cc
Ko
Ko
Cl
Col
Com
Ko
a
b

7 **Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde**

Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 42 Stuttgart 1978

Neue Pseudoskorpione aus dem Baltischen Bernstein der Stuttgarter Bernsteinsammlung (Arachnida: Pseudoscorpionidea)

Von Wolfgang Schawaller, Ludwigsburg

Mit 17 Abbildungen

Zusammenfassung

Drei Pseudoskorpione aus Baltischem Bernstein der Sammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart (Abt. Stammesgeschichte) werden beschrieben: *Chthonius pristinus* n. sp. (Chthoniidae), *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. (Neobisiidae) und *Cheiridium* sp. [? *hartmanni* (Menge)] (Cheiridiidae). Die erkennbaren Merkmale werden in ihrer Gesamtheit genau in Planlage dokumentiert. Dies wird mit Hilfe mehrerer Schleifebenen (Beobachtungsrichtungen) ermöglicht.

Durch Vergleich mit rezenten Verwandten ergeben sich Hinweise auf Biotop und Lebensweise. *Chthonius pristinus* n. sp. lebte unterirdisch, *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. in der oberen Bodenstreu, *Cheiridium* sp. an warm-trockenen Rinden. Bei *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. wird Spinnvermögen direkt durch erhaltene Spinnfäden im Bernstein nachgewiesen sowie auf die Existenz eines Giftapparates aus der Form der Pedipalpenschere geschlossen.

Die bisher beschriebenen Pseudoskorpione des Baltischen und Burmesischen Bernsteins werden zusammengestellt.

Summary

In this first contribution to the study of Pseudoscorpionidea in the amber collection of the Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart (Abt. Stammesgeschichte) are described three specimens in Baltic amber: *Chthonius pristinus* n. sp. (Chthoniidae), *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. (Neobisiidae), and Cheiridium sp. [? *hartmanni* (Menge)] (Cheiridiidae). All morphological features observable are documented in detail. Measuring in plane on several grinding-planes makes possible exact comparances between fossil specimens mutually and Recent species as well.

Related Recent pseudoscorpionids point to biotops and behaviour. *Chthonius pristinus* n. sp. inhabited subterranean moist places, *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. the upper litter of soil, and *Cheiridium* sp. warm and dry barks. Spinning filaments in the amber give direct evidence of the ability of *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. to spin; the form of the pedipalpchela of the same species points to the existence of a venomous apparatus.

The previously described species from Baltic and Burmese ambers are compiled.

Inhalt

1. Einleitung 2
2. Die bisher beschriebenen Pseudoskorpione aus fossilen Harzen 2
3. Ziel der Untersuchung 4
4. Methode 5
5. Die wichtigsten morphologischen Kennzeichen der Pseudoskorpione und ihre Untersuchung bei Inklusen 5
6. Besprechung der Arten 8
  6.1. *Chthonius pristinus* n. sp. 8
    Diagnose 8
    Beschreibung 10
    Beziehungen 11
    Biologie, Ökologie und Verbreitung 12
  6.2. *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. 13
    Diagnose 13
    Beschreibung 13
    Beziehungen 16
    Biologie, Ökologie und Verbreitung 17
  6.3. *Cheiridium* sp. [? *hartmanni* (MENGE)] 18
    Beschreibung 18
    Beziehungen 19
    Biologie, Ökologie und Verbreitung 20
7. Literatur 21

1. Einleitung

Das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart (Abt. Stammesgeschichte) besitzt neuerdings, seit 1977, mehrere fossile, tertiäre Pseudoskorpione aus dem Baltischen und dem Dominikanischen Bernstein. Sie sind, neben zahlreichen anderen Einschlüssen, durch Herrn Dr. D. SCHLEE im Rohmaterial der Firma KÖLLNER & Co., Stuttgart, entdeckt worden.

Die Dokumentation und wissenschaftliche Bearbeitung der Inklusen dieser Arachniden-Ordnung reizte, da bislang aus dem Baltischen Bernstein nur wenige Formen bekannt sind, und Nachweise aus dem Dominikanischen Bernstein überhaupt fehlen. Ein weiterer Anlaß war die Absicht, nicht nur Insektengruppen, sondern auch Vertreter der Spinnentiere aus der Bernsteinsammlung des Museums vorzustellen. Innerhalb der Arachniden erscheinen die Pseudoskorpione dazu zunächst am geeignetsten, da sie mit ca. 1200 rezenten Arten eine relativ kleine und überschaubare Tiergruppe darstellen. Es ist geplant, das betreffende Museumsmaterial in mehreren Arbeiten zu behandeln; in der vorliegenden ersten Studie sind drei Arten aus dem Baltischen Bernstein Gegenstand der Untersuchung. Daneben erfolgen allgemeine Bemerkungen über Pseudoskorpione als Inklusen und eine graphische Darstellung (Abb. 15—17) der wichtigsten morphologischen Kennzeichen dieser Tierordnung zur Orientierung und Begriffsklärung für Nichtspezialisten der Gruppe.

2. Die bisher beschriebenen Pseudoskorpione aus fossilen Harzen

KOCH & BERENDT sowie MENGE publizierten 1854 unabhängig voneinander die ersten Pseudoskorpione aus dem Baltischen Bernstein. BEIER revidierte 1937 die MENGE'schen Typen und machte weitere Formen bekannt; 1947 lieferte er eine Ergänzung nach. Die Kenntnisse konnten nochmals durch BEIER (1955) an Hand der Hamburger Bernsteinsammlung erweitert werden. BACHOFEN-ECHT (1934) verdanken wir die kurze Mitteilung und Fotographie einer Art, die nur bis zur Familie bestimmt wurde.

Aus dem Burmesischen Bernstein veröffentlichte COCKERELL 1917 und 1920 je eine kurze Notiz über fossile Pseudoskorpione *(Electrobisium acutum* und *Garypus burmiticus);* die beigefügten Abbildungen bleiben jedoch recht skizzenhaft und ermöglichen kaum eine Deutung.

Eine systematische Übersicht aller bislang publizierten und in dieser Arbeit neu beschriebenen Pseudoskorpione aus fossilen Harzen ist folgender Aufstellung zu entnehmen. Die hier neu beschriebenen Arten sind mit • gekennzeichnet. Weitere Pseudoskorpione aus tertiären oder gar kretazischen Harzen sind nicht publiziert.

Dithidae

Chelignathus kochii (MENGE 1854: 25) (sub *Chthonius*).
  Chelignathus kochii (MENGE). — MENGE in: KOCH & BERENDT 1854: 97.
  Heterolophus (?) *kochii* (MENGE). — BEIER 1937: 303.
  Chelignathus kochi (MENGE). — BEIER 1955: 48.

Chthoniidae

Chthonius mengei BEIER 1937: 303.
• *Chthonius pristinus* n. sp. SCHAWALLER.

Neobisiidae

Neobisium rathkii (KOCH & BERENDT 1854: 96) (sub *Obisium*).
  Obisium rathkii KOCH & BERENDT. — MENGE 1854: 28.
  Neobisium rathkii (KOCH & BERENDT). — BEIER 1937: 304.
Neobisium exstinctum BEIER 1955: 48.
Neobisium sp. — BEIER 1937: 304.
• *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp. SCHAWALLER.
Roncus succineus BEIER 1955: 50.
Electrobisium acutum COCKERELL 1917: 360.

Olpiidae

Garypinus electri BEIER 1937: 305.

Garypidae

Garypus burmiticus COCKERELL 1920: 274.
Geogarypus macrodactylus BEIER 1937: 305.
  Geogarypus macrodactylus BEIER. — BEIER 1955: 51.
Geogarypus (?) *major* BEIER 1937: 306.

Pseudogarypidae

Pseudogarypus hemprichii (KOCH & BERENDT 1854: 94) (sub *Chelifer*).
  Chelifer hemprichii KOCH & BERENDT. — MENGE 1854: 34.
  Pseudogarypus hemprichii (KOCH & BERENDT). — BEIER 1937: 306.
Pseudogarypus extensus BEIER 1937: 306.
Pseudogarypus minor BEIER 1947: 193.

Cheiridiidae

Cheiridium hartmanni (Menge 1854: 38) (sub *Chelifer*).
  Chelifer hartmanni Menge. — Menge in: Koch & Berendt 1854: 96.
  Cheiridium hartmanni (Menge). — Beier 1937: 307.
  Cheiridium hartmanni (Menge). — Beier 1955: 51.
● *Cheiridium* sp. [? *hartmanni* (Menge)]. — Schawaller.

Chernetidae

Oligochernes wigandi (Menge 1854: 41) (sub *Chernes*).
  Chernes wigandi Menge. — Menge in: Koch & Berendt 1854: 96.
  Oligochernes wigandi (Menge). — Beier 1937: 308.
Oligochernes bachofeni Beier 1937: 308.
Chernetidae sp. — Bachofen-Echt 1934: 183.
Chernetidae juv. — Beier 1937: 309.

Atemnidae

Progonatemnus succineus Beier 1955: 51.

Cheliferidae

Oligowithius sieboldii (Menge 1854: 35) (sub *Chelifer*).
  Oligowithius sieboldii (Menge). — Beier 1937: 309.
  Oligowithius sieboldi (Menge). — Beier 1955: 53.
Oligochelifer berendtii (Menge 1854: 32) (sub *Chelifer*).
  Dichela berendtii (Menge). — Menge in: Koch & Berendt 1854: 96.
  Oligochelifer berendtii (Menge). — Beier 1937: 310.
Oligochelifer gracilis Beier 1937: 310.
Oligochelifer serratidentatus Beier 1937: 311.
Oligochelifer granulatus Beier 1937: 311.
Electrochelifer mengei Beier 1937: 312.
Electrochelifer bachofeni Beier 1947: 194.
Electrochelifer rapulitarsus Beier 1947: 196.
Electrochelifer balticus Beier 1955: 53.
Pycnochelifer kleemanni (Koch & Berendt 1854: 95) (sub *Chelifer*).
  Chelifer kleemanni Koch & Berendt. — Menge 1854: 34.
  Pycnochelifer kleemanni (Koch & Berend). — Beier 1937: 314.
Pycnochelifer sp. — Beier 1955: 54.
Chelifer ehrenbergii Koch & Berendt 1854: 95.

3. Ziel der Untersuchung

Es wird in dieser Arbeit, wie auch in den folgenden, angestrebt, verschiedenste Daten vorzulegen, die die mit allen Feinheiten konservierten Bernstein-Inklusen liefern. Die mitgeteilten Details beschränken sich nicht nur auf die Morphologie als Grundlage der meisten Rückschlüsse, sondern beziehen u. a. Biologie, Ökologie und Phylogenie ein. Folgende Punkte lassen sich an den vorliegenden Pseudoskorpion-Einschlüssen herausarbeiten:

Merkmalsanalyse aller morphologischen Strukturen: Eine vollständige Erfassung der äußeren Morphologie ist der Beschränkung auf wenige, derzeit als systematisch relevant erachtete Kennzeichen vorzuziehen. Dadurch erübrigt sich bei weiteren Studien und bei Erkennen neuer

Diagnosemerkmale eine erneute Untersuchung und mechanische Beanspruchung des Fossils. Zum anderen wird nur auf diese Weise eine Determination künftig gefundener Bruchstücke mit der nötigen Sicherheit möglich. Allerdings setzt manchmal der Erhaltungszustand der Inkluse und des Harzes dem Streben nach Vollständigkeit Grenzen.

Phylogenie: Die Inklusen ermöglichen nicht nur den einfachen Nachweis des Mindestalters des betreffenden Taxon, sondern zeigen auch, welche Merkmale im Vergleich zu rezentem Material in jener Zeit vorlagen (soweit erkennbar). Somit kann zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Gruppe beigetragen werden. Jedoch sind phylogenetische Aufschlüsse über höhere systematische Einheiten infolge des zu geringen Alters (Baltischer Bernstein: 40 Mill. Jahre, Dominikanischer Bernstein: 35 Mill. Jahre) nicht zu erwarten.

Biologie und Ökologie: Manchen morphologischen Strukturen kommt an rezenten Arten eine eindeutige biologische Bedeutung zu. Besitzen die fossilisierten Pseudoskorpione diese Kennzeichen auch, so spricht nichts dagegen, ihnen eine zumindest ähnliche Biologie zuzuordnen. Das Gleiche gilt für intra- und interspezifische Beziehungen zwischen Tieren, die im gleichen Bernsteinstück eingebettet sind.

Tiergeographie: Die Bernstein-Fossilien sind der Nachweis bestimmter Arten in einer bekannten geographischen Region zu einer definierten Zeit innerhalb der Erdgeschichte. Der Vergleich mit rezentem Material trägt zur Kenntnis der Verbreitungsgeschichte der betreffenden Tiere bei.

4. Methode

Die präparative Behandlung zur Untersuchung der Bernstein-Fossilien ist bereits an anderer Stelle ausführlich dargestellt (z. B. Schlee 1970; Schlee & Glöckner 1978). Auch in dieser Arbeit wird größte Sorgfalt darauf verwendet, die morphologischen Details in Planlage zu dokumentieren und zu messen. Nur diese Methode ermöglicht mit Hilfe mehrerer Schleifebenen einen aussagekräftigen Vergleich. Maße in der vorhandenen Literatur ohne Berücksichtigung dieser Tatsache sind nur mit Vorsicht zu verwenden. Ist eine Planbeobachtung ohne Zerstörung des Fossils nicht möglich (insbesondere bei abstehenden, unterschiedlich gewinkelten Extremitäten), kann mit Hilfe von Pythagoras die exakte Länge ausgerechnet werden. Die gesuchte wahre Länge ist die Hypothenuse eines rechtwinkeligen Dreiecks, dessen Schenkel I (die scheinbare Länge bei Aufsicht) man durch Messen mit dem Okularmikrometer erhält, und dessen Schenkel II (Höhe zwischen den Endpunkten der zu messenden Strecke) senkrecht dazu man durch Ablesen der Mikrometerschraube des Mikroskops gewinnt (Näheres bei Schlee 1970; Schlee & Glöckner 1978: 50). Die Werte sind stets auf 5 μm auf- oder abgerundet.

5. Die wichtigsten morphologischen Kennzeichen der Pseudoskorpione und ihre Untersuchung bei Inklusen

(s. Abb. 15—17)

Körper: Systematisch gut verwendbar ist das Maßnehmen genau definierter Strecken des Körpers und von dessen Extremitäten (Chamberlin 1931). Bei rezenten Arten mißt man gewöhnlich nicht in situ, sondern nach Abtrennung der betreffenden Teile. Diese exakteste Methode entfällt bei Bernsteineinschlüssen und überdies manchmal die Ausrichtung in Planlage, so daß die Maße dann als genäherte Rechenwerte erscheinen (siehe Methode). Bekannt ist die Tatsache, daß mit KOH behandelte Tiere (zur Muskelmazeration) größer sind als in Alkohol konservierte; aus diesem Grunde zieht man nach Möglichkeit frischtote Tiere zur Messung heran. Wie sich bei Harzkonservierung die Körpermaße verändern, müßte noch untersucht werden.

Die Färbung ist ungeeignet zur Klärung systematischer Fragestellungen, da sie in der Regel nur ein Maß der Sklerotisierung darstellt. Im Bernstein eingebettetes Material ist möglicherweise verfärbt, hinzu kommt der Einfluß der Lichtbrechung durch das Harz.

Systematisch interessant und auch meist an Inklusen nachprüfbar ist die Dermalskulptur; diese kann glatt, gerunzelt, gekörnelt u. ä. sein.

Cephalothorax von dorsal (Carapax): Die Form und Struktur des Carapax erscheint überaus bemerkenswert; Chamberlin (1931) formuliert folgendermaßen: „Practically any false scorpion can be placed in its proper family on the basis of the carapace alone". Dessen Merkmale sind auch bei Bernstein-Fossilien nachprüfbar, wenn nicht Trübungen die Sicht versperren. Die Form des Carapax kann ± rechteckig sein mit parallel bzw. nach hinten schwach konvergierenden Seiten, oder es tritt vorne eine starke Verjüngung auf. Der vor den Augen manchmal stark verlängerte Carapax-Teil (Cucullus) ist typisch für einige Familien. Die dort befindliche distale Median-Furche ist aus Gründen ihrer Variabilität von geringer systematischer Wichtigkeit. Die eventuell vorhandenen Auszeichnungen des Vorderrandes (Epistom) sind weniger geeignet zur Charakterisierung, da ihre Ausbildung bereits innerhalb einer Gattung schwankt. Je weniger Borsten auf dem Carapax inserieren, um so konstanter ist deren Stellung, und um so eher gelangt man bei diesem Merkmal zu signifikanten Aussagen.

Interessant ist das Vorhandensein oder Fehlen eines Condylus oder einer ähnlichen Struktur zur Aufhängung der Cheliceren am Cephalothorax-Vorderrand. Dieses versteckte Kennzeichen entzieht sich jedoch oft der Beobachtung bei Inklusen.

Als ursprüngliches Kennzeichen sehen Chamberlin (1931) und Beier (1932) vier Augen an. Oftmals sind zwei oder gar alle Augen reduziert. Bei Bernstein-Fossilien fällt die Entdeckung der Augen manchmal schwer, da sie nur selten stärker aus der Carapax-Wölbung hervorragen und sich strukturell und farblich nicht immer vom Carapax abheben (anders bei rezentem Material). Die Zahl der Augen ist für systematische Belange vergleichsweise uninteressant, denn selbst innerhalb einer Art kann die Zahl der Augen zwischen den Geschlechtern differieren.

Cephalothorax von ventral (Coxen): Die Merkmale der Cephalothorax-Unterseite sind zusammengenommen von großem systematischen Wert, da die Angehörigen einer Familie oder selbst niedrigerer systematischer Einheiten eine strenge Einheitlichkeit in den relativen Proportionen und der Form dieses Areals besitzen. Die Coxen lassen sich bei freier Sicht auch gut im Bernstein beobachten. Chamberlin (1931) wertet einen Intercoxaltuberkel am Treffpunkt der 3. und 4. Coxa als ursprüngliches Merkmal. Bemerkenswert sind weiterhin die Lage aller Coxen zueinander sowie das Vorhandensein und die Struktur bzw. das Fehlen der Coxaldornen. Oftmals ist Sexualdimorphismus in der Form der 4. Coxa festzustellen. Die Coxal-Chaetotaxie liefert wichtige systematische Hinweise, da die Setae konstant in Zahl und Position auftreten.

Abdomen: Die Form des Abdomens wird vorwiegend vom Darminhalt, Reifezustand eventueller Eier oder Muskelkontraktionen beeinflußt. Phylogenetische Rückschlüsse sind daher nur bedingt möglich.

Wichtig und auch gut im Bernstein zu untersuchen ist die Längsteilung einiger oder aller Tergite und Sternite. Die Zahl der Segmente beträgt gewöhnlich 12, wobei jedoch das 12. rudimentär und nicht immer sichtbar ist. Überdies wandern manchmal die Tergite distal auf die Ventralseite, so daß man dorsal nur weniger Segmente erkennt.

Die Oberflächenstruktur der Tergite, Sternite und Pleuren sowie die Abdominalchaetotaxie liefert weitere systematische Einzelheiten. Die Form und Ausbildung der Genitalöffnung zwischen 2. und 3. Sternit ist bezüglich umfassender systematischer Charakterisierung noch nicht genauer untersucht worden.

Mundbereich (Rostro-Maxillar-Komplex): Wegen der Konstanz der Merkmale in allen Familien besitzt der Mundapparat nur eine geringe systematische Wichtigkeit. Signifikante Variationen treten in dieser Region an allen Strukturen selten auf. Gewöhnlich verhindert die Lagerung im Bernstein eine Beobachtung der relativ versteckten Details.

Cheliceren: Die Cheliceren tragen oftmals wichtigste Kennzeichen, die sich aber meistens durch ihre verborgene Lage im Bernstein einer Prüfung entziehen. Die Größe (bezogen auf den Carapax) ist leicht feststellbar, aber entscheidende Details, wie Vorhandensein und Struktur bzw. Fehlen von Lamia exterior und Galea, Flagellum sowie Serrula exterior, sind nicht immer zugänglich. Bei geöffneten Cheliceren läßt sich bei Inklusen die Stellung der eventuellen Zähne und Subapikallobi dokumentieren, bei geschlossenen erscheint das unmöglich. Den systematischen Wert der Cheliceren-Chaetotaxie schätzt man gering ein, da die Stellung der dortigen Tasthaare variiert. Zur charakteristischen Stellung der Borsten siehe Abb. 17; Terminologie:

B: Basalborste
SB: Subbasalborste
ES: Externalborste
IS: Innere Laminalborste
LS: Äußere Laminalborste
GS: Galealborste

Pedipalpen: Die Ausbildung der Pedipalpen, besonders der Schere, ist entscheidend für die systematische Einordnung. Dies gilt im besonderen Maße auf dem Artniveau. „Any single palpal form is practically unique and hence distinctive of the species that bore it“ (Chamberlin 1931). Den Pedipalpen kommt die Funktion des Tastens (Setae) und des Greifens (Schere) zu. Die Form und Chaetotaxie der Tasthaare sind von größtem systematischen Wert. Bei Harzinklusen läßt sich die Stellung oftmals nicht vollständig feststellen, da nicht immer alle Richtungen der Beobachtung zugänglich sind, und zum anderen oftmals Setae abgebrochen sind. Im letzteren Fall sind aber auch im Bernstein meistens noch die Areolen der Einlenkungen als hellere Regionen erkennbar. Im Grundbauplan inserieren 12 Setae auf der Pedipalpen-Schere, die Zahl ist jedoch öfter modifiziert. Die Borstenzahl bei den Nymphen ist geringer und erreicht noch nicht die endgültige Zahl der Adulti. Zur charakteristischen Stellung der Borsten siehe Abb. 16; Terminologie:

Fester Finger und Hand:

ib: Innere Basalborste
isb: Innere Subbasalborste
ist: Innere Subterminalborste
it: Innere Terminalborste
eb: Äußere Basalborste
esb: Äußere Subbasalborste
est: Äußere Subterminalborste
et: Äußere Terminalborste

Beweglicher Finger:

sb: Basalborste
st: Subbasalborste
t: Subterminalborste
b: Terminalborste

Über die Homologie dieser Borsten bei den einzelnen Familien ist Näheres bei HELVERSEN (1966) niedergelegt.

Sexualdimorphismus tritt als Formunterschied auf; normalerweise ist der Pedipalpus des ♀ kräftiger als jener des ♂. Dieses relative Kennzeichen ist bei Bernsteineinschlüssen unbrauchbar, da gewöhnlich nur ein Tier vorliegt. Im Bernstein nur schwer überprüfbar erscheint die Ausbildung eines Giftapparates und die Länge der abführenden Kanäle. Die Giftdrüse der rezenten Pseudoskorpione fehlt manchmal vollständig oder ist mono-digital im festen oder beweglichen Finger und selbst di-digital ausgebildet.

Laufbeine: Die Zahl und Ausbildung der Beinglieder, die Stellung der Setae auf den Tarsen und die Morphologie der Klauen ist von systematischer Wichtigkeit. Die Segment-Zahl kann durch sekundäre Fusionen (insbesondere Metatarsus/Tarsus oder Femur/Patella) reduziert sein. Die Trennungslinie zwischen den Abschnitten erscheint senkrecht oder schräg bezüglich der Längsachse. Alle Merkmale der Beine können an Bernsteineinschlüssen relativ gut überprüft werden, wenn die Extremitäten nicht fehlen oder in einer Schlierenschicht liegen.

6. Besprechung der Arten

6.1. *Chthonius (Chthonius) pristinus* n. sp.

Abb. 1—4

Holotypus: Aus dem Baltischen Bernstein; aufbewahrt im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (Abt. Stammesgeschichte), Inv.-Nr. BB-348-K-1.

Derivatio nominis: Der Artname ist dem Lateinischen entnommen, dort bedeutet pristinus: ehemalig, früher.

Erhaltungszustand: Das Tier sitzt ventral einer undurchsichtigen Schicht auf, die Merkmale der Körperunterseite können aus diesem Grunde nicht dokumentiert werden. Eine milchige Trübung neben den Abdominalseiten verhindert die Beobachtung der hinteren Beininsertionen.

Diagnose

Eine vergleichsweise kleine Art aus der Verwandtschaft des rezenten *Chthonius orthodactylus* (LEACH). Carapax-Chaetotaxie: 4—2, 16; Epistom rudimentär; 1 Augenpaar; Palpenfinger annähernd gleich lang; Pedipalpenzähne auf der ganzen Fingerlänge dreieckig und nach hinten geneigt; Pedipalpen-Chaetotaxie: Abb. 1.

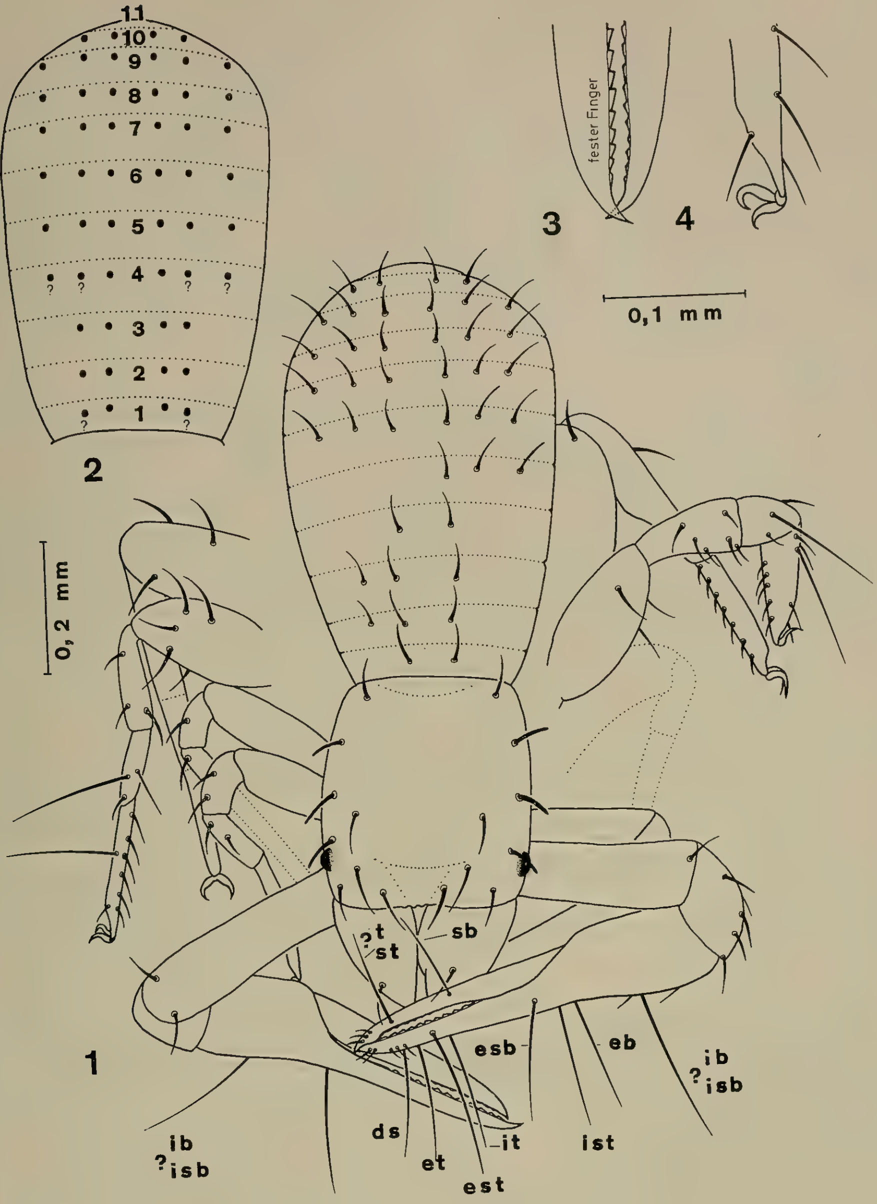

11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
?
2
0,2 mm
fester Finger
3
4
0,1 mm
1
?t
?st
sb
esb
eb
ib
?isb
ds
et
est
it
ist
ib
?isb

Abb. 1—4. *Chthonius pristinus* n. sp.

1: Körperumriß und erkennbare Beborstung von dorsal; hintere Beininsertionen durch eine milchige Trübung verdeckt.
2: Chaetotaxie der Tergite, rekonstruiert und spiegelbildlich ergänzt.
3: Spitze der rechten Pedipalpen-Schere.
4: Tarsus-Spitze des rechten dritten Laufbeines.

Beschreibung

Der Carapax (Abb. 1) erscheint fast quadratisch, nur wenig länger als breit; die Scheibe ist äußerst schwach skulptiert, fast glatt; in der Mitte ist basal und distal je ein schwacher Eindruck angedeutet. Die Seiten sind nach hinten stärker als nach vorn verengt, die Ecken abgerundet; der Vorderrand ist gerade. Das Epistom ist rudimentär, Reste davon sind in Form einer wellenförmigen Zähnelung erkennbar. Die Scheibe trägt 16 Borsten: zwei stehen am Hinterrand, vier in einer geraden Reihe am Vorderrand, vier in der distalen Scheibenhälfte und jeweils drei an den Seiten (4—2, 16). Die Lateralborsten sind kräftiger und stumpf, nicht spitz wie die anderen. Das vordere Augenpaar tritt deutlich hervor, ein hinteres Paar fehlt. Die Augen liegen jeweils direkt seitlich vor der vorderen Lateralborste.

Die Cheliceren sind groß, von halber Carapax-Länge; ihre Lage sowie Trübungen des Harzes verhindern das Erkennen bemerkenswerter Details.

Von den Pedipalpen (Abb. 1) sind Schere, Tibia und distaler Teil des Femur sichtbar. Das Femur ist vergleichsweise lang, wahrscheinlich zweimal so lang wie die Hand; zum Ende nur schwach verdickt und nicht gekeult; distal inserieren zwei Borsten. Die Tibia erscheint kurz, breit dreieckig und ist nicht viel länger als breit; am Außenrand befinden sich einige Borsten. Die Finger sind 1,5 mal so lang wie die Hand; die letztere ist breit, nicht keulig. Die Zähne neigen sich nach hinten und lassen auf der ganzen Fingerlänge keine Zwischenräume frei; die des beweglichen Fingers sind schwächer entwickelt als die des festen (Abb. 3). Auf dem Handrücken steht nur ein Tasthaar, bei dem es sich um die Seta *ib* oder *isb* handelt; eine eventuell dort vorhandene zweite Borste ist möglicherweise abgebrochen. Die Trichobothrien *eb, esb* und *ist* inserieren an der Basis des festen Fingers, *est, et, it* und *ds* in dessen distaler Region. Eine Teilung von *ds* ist nicht feststellbar. Am beweglichen Finger sitzen zwei Setae, die distale stellt *t* oder *st* dar und die mediane *sb;* nicht entdeckt werden konnten zwei üblicherweise vorhandene Haare (*t* oder *st* und *b*). Zusätzlich zu den Trichobothrien finden sich besonders an der Scheren-Spitze und an der Basis der Hand kürzere Borsten.

Die zwei hinteren Paare der Laufbeine besitzen je zwei Tarsenglieder, die beiden vorderen wahrscheinlich nur ein Glied. Die letztere Aussage ist auf Grund der versteckten Lage und der Sichtbehinderung durch Harztrübungen nicht abzusichern. Das letzte Laufbein ist am kräftigsten; an den zwei Hinterbeinen ist die Patella verdickt, Tibia und Tarsus sind dort oval im Querschnitt (siehe Maße). Die Tarsen sind in Längsreihen beborstet; die Borsten der Tibia erscheinen weniger zahlreich und regellos verteilt. Das erste und zweite Tarsenglied des dritten Beines trägt je ein Tasthaar etwa in der Mitte des Gliedes (viertes Bein diesbezüglich nicht überprüfbar). Die schlanken Klauen sind spitz und zur Basis hin verdickt, aber nicht gezähnt; das Arolium ist sehr klein und nicht deutlich sichtbar (Abb. 4).

Das Abdomen (Abb. 1, 2) besteht aus 11 sichtbaren Segmenten und ist knapp 2mal so lang wie der Carapax; im Bereich des Segmentes VII liegt die größte Breite. Die Segmente sind bis auf die kleineren zwei letzten annähernd gleich lang, alle median ungeteilt; sie besitzen keine Oberflächenskulptur. Chaetotaxie der Tergite: 2(?)-4-4-4-(?)-6-6-6-6-6-4-?. Die Pleuren erscheinen von dorsal nicht sichtbar, eine Lateral- oder gar Ventralbeobachtung ist auf Grund der Trübung des Harzes nicht möglich.

Maße (in μm; L=Länge, B=Breite):

Körper: Körper-L ohne Cheliceren: 940; Carapax-L: 335; Carapax-B: 325; Abdomen-L: 605; Abdomen-B: 400.

Pedipalpen: Femur-L: > 340; Femur-B: 90; Tibia-L: 185; Tibia-B: 95; Schere-L: 555; Hand-L: 220; Hand-B: 130; Finger-L: 345.

1. Laufbein: Femur-L: > 140; Femur-B: 65; Tibia-L: 125; Tibia-B: 30; Tarsus-1-L: 205; Tarsus-1-B: 25; Patella-L: 105; Patella-B: 60.

2. Laufbein: Femur-L: > 190; Femur-B: 50; Patella-L: 85; Patella-B: 50.

3. Laufbein: Tibia-L: 155; Tibia-B: 60/80 (ovaler Querschnitt); Tarsus-1-L: 80; Tarsus-1-B: 30/60; Tarsus-2-L: 205; Tarsus-2-B: 40/55; Patella-L: 235; Patella-B: 110.

4. Laufbein: Tarsus-2-L: 240; Tarsus-2-B: 40; Patella-L: > 210; Patella-B: 115.

Die Zahl von 10 und nicht von normalerweise in dieser Gattung vorhandenen 13 Tasthaaren auf der Pedipalpen-Schere könnte zu der Annahme verleiten, daß das Fossil keinen Adultus, sondern nur eine Tritonymphe darstellt. Letzteres ist nicht ausgeschlossen, doch recht unwahrscheinlich. Es fehlen nämlich nicht diejenigen Setae, die für das adulte Tier typisch sind (*ist* und *sb*), sondern andere (*ib* oder *isb*, *t* oder *st* und *b*). Der Mangel dreier Borsten ist offensichtlich nicht ontogenetischer Natur, sondern möglicherweise beobachtungstechnisch bedingt. Sicherheit, ob adult oder nicht, würde die Untersuchung der Genitalöffnung geben; diese Region ist jedoch leider wegen einer Trübung nicht einzusehen.

Beziehungen

Folgende Merkmale der Chthoniidae sind am Fossil nachprüfbar vorhanden:
1. Körperlänge vergleichsweise klein.
2. Carapax mit ± parallelen Seiten, vorne abgestutzt, Oberfläche glatt.
3. Cheliceren groß.
4. Tibia des Pedipalpus vergleichsweise kurz, breit dreieckig.
5. Die beiden vorderen Beinpaare mit eingliedrigem, die beiden hinteren mit zweigliedrigem Tarsus.
6. Patella des letzten Beinpaares verbreitert.
7. Klauen einfach, ungezähnt.
8. Tergite median ungeteilt.

Die Einordnung in die Gattung *Chthonius* scheint gesichert, obgleich die Unterseite, und damit eventuell das Vorhandensein und die Stellung von Coxaldornen und Intercoxaltuberkel, nicht zu beobachten ist. Für einen Vertreter der Gattung *Chthonius* spricht:
1. Carapax leicht nach hinten verengt, Chaetotaxie: 4—2, 16.
2. Epistom rudimentär, Carapax-Vorderrand aber gezähnelt.
3. Palpen-Handrücken mit einer Seta (*ib* oder *isb*).
4. Form der Pedipalpen-Schere.
5. Chaetotaxie der Tergite.

Die Zugehörigkeit zum Subgenus *Chthonius* s. str. wird durch die Stellung und Form der Pedipalpen-Zähne belegt. Diese sind auf der ganzen Fingerlänge breit, spitz dreieckig und nach hinten (retrovers) geneigt.

Das hier vorliegende Tier läßt sich keiner rezenten Art zuordnen. Die folgende Merkmalskombination trifft auf bislang beschriebene Arten nicht zu:

1. Epistom rudimentär, Vorderrand des Carapax gezähnelt.
2. Carapax-Chaetotaxie: 4—2, 16.
3. Ein Augenpaar.
4. Palpenfinger annähernd gleich lang.
5. Form und Stellung der Pedipalpen-Zähne.

Mit den Tabellen in Beier (1932; 1963) gelangt man in die Artengruppe um den rezenten *Chthonius orthodactylus* (Leach). *Chtonius pristinus* n. sp. unterscheidet sich von diesem durch die obige spezifische Merkmalskombination. *Chthonius orthodactylus* (Leach) ist größer (1,9—3,0 mm); der Carapax trägt 20 Borsten, davon stehen vier am Hinterrand; beide Augenpaare sind entwickelt; die Palpenfinger sind 1,7 mal so lang wie die Hand. Dieser Art am nächsten steht *Chthonius orthodactyloides* Beier aus Anatolien, der offensichtlich die kleinste Art aus dieser Artengruppe repräsentiert; trotzdem übertrifft sie mit einer Körperlänge von 1,4 mm noch weit die vorliegende Inkluse.

Aus dem Bernstein ist bisher nur ein Vertreter der Familie Chthoniidae, *Chthonius mengei* Beier, beschrieben. Diese Art besitzt 18 Setae auf der Carapax-Scheibe, davon 4 am Hinterrand; die Tergit-Chaetotaxie wird mit 4-4-4-4-6-6-6-6 angegeben; die Pedipalpenfinger sind 1, 3 mal solang wie die Hand; die Körperlänge liegt bei 1,2 mm. Sie unterscheidet sich dadurch — unter Voraussetzung jeweils richtiger Beobachtung — von der hier neu vorgestellten Art. *Chthonius mengei* Beier und *Chthonius pristinus* n. sp. werden gemeinsam durch ein einziges Augenpaar und die Pedipalpenmaße gekennzeichnet; insbesondere letzteres Merkmal spricht für eine engere Verwandtschaft der beiden Chthoniidae aus dem Baltischen Bernstein.

Biologie, Ökologie und Verbreitung

Die rezenten Angehörigen der Chthoniidae stellen von allen terrikolen Pseudoskorpionen die größten Feuchtigkeitsansprüche an den Boden. Auch aus diesem Grunde finden sich in dieser Familie (neben den Neobisiidae, die nicht ganz so feuchte Örtlichkeiten vorziehen) besonders in den trockenen Gebieten der Mittelmeerländer zahlreiche Arten mit troglobionter und subterraner Lebensweise. Bei Besiedlung dieser Habitate neigt die Ausbildung der Augen zur Reduktion; namentlich bei den Chthoniidae ist das hintere Augenpaar betroffen. Genau dies ist bei dem vorliegenden Fossil der Fall, und es spricht nichts dagegen, in *Chthonius pristinus* n. sp. eine terrikole, hygrophile Art zu sehen. Die feuchtigkeitsliebende Lebensweise würde die relative Seltenheit der Chthoniidae im Bernstein (siehe Aufstellung in Kap. 2) erklären, denn es dürfte nur in Ausnahmefällen bei bodengebundenen, möglicherweise subterranen Arten zu einem Kontakt mit frischem Harz gekommen sein. In diesem Fall wäre denkbar, daß ein umgestürzter Baum zur Harzfalle wurde.

Die heutigen Chthoniidae sind über das gesamte holarktische Faunengebiet verbreitet. Der rezente *Chthonius orthodactylus* (Leach) besitzt ein größeres Areal in S- und W-Europa und ist dort nicht selten, *Chthonius orthodactyloides* Beier ist nur von einigen Stellen in Anatolien bekannt.

6.2. *Microcreagris* (s. l.) *koellneri* n. sp.

Abb. 5—10

Holotypus: Aus dem Baltischen Bernstein; aufbewahrt im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (Abt. Stammesgeschichte), Inv.-Nr. BB-398-K-1.

Derivatio nominis: Diese Art ist dem Ehepaar THEA und WALTER KÖLLNER, Stuttgart, gewidmet. Ihren intensiven Bemühungen um inklusenhaltiges Bernsteinmaterial und ihrer großzügigen Unterstützung verdankt das Staatliche Museum für Naturkunde in Stuttgart zahlreiche wertvolle Inklusen.

Erhaltungszustand: Details der Körperunterseite sind nicht zu beobachten, da dort eine milchige Trübung die Sicht versperrt. Die Pedipalpen und der Carapax erscheinen schwarzbraun; Beine, Pleuren und Abdomen heller braun.

Diagnose

Carapax-Chaetotaxie: 4—4, 26; Epistom vorhanden; 2 Augenpaare; Chelicerenstamm mit 5 Borsten; Galea lang, ungegliedert; Palpenschere und Femur granuliert; Pedipalpenform und Chaetotaxie: Abb. 10; Tergit-Chaetotaxie: 2(?)-8(?)-10-10-10-10-10-10-10-8(?)-2(?).

Beschreibung

Der Carapax (Abb. 7, 8) ist rechteckig, an der Basis etwas breiter als vorne, Hinter- und Vorderrand sind gerade, die Ecken abgerundet. In der Mitte des Vorderrandes ragt ein Zähnchen hervor (Epistom), welches sich nach hinten

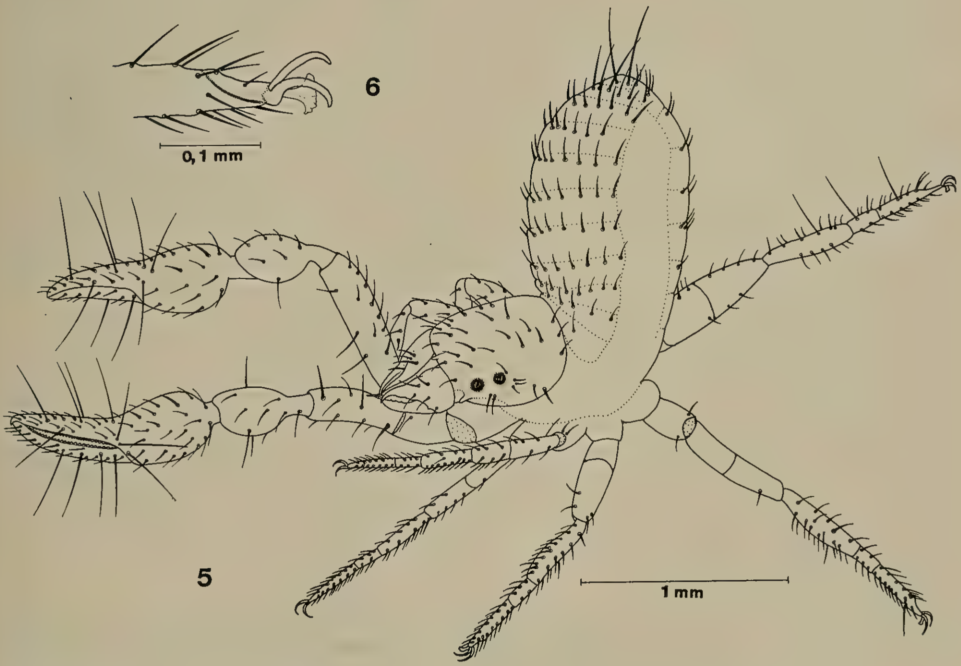


Abb. 5—6. *Microcreagris koellneri* n. sp.
5: Körperumriß und erkennbare Beborstung von dorso-lateral.
6: Tarsus-Spitze des linken dritten Laufbeines.

als schwache Leiste verliert. Vorne lateral in der Region der Cheliceren-Einlenkung liegt ein kräftiger, fingerförmiger Fortsatz. Man erkennt vier Augen, von denen das vordere Paar größer, das hintere kleiner und mehr auf die Scheibe gerückt ist. Die Borsten sind spitz. Chaetotaxie der Carapax-Scheibe: 4-4, 26; die Stellung der Setae ist der Abb. 8 zu entnehmen. Lateral inserieren je 7 weitere Borsten, die zu drei Gruppen zusammentreten. Die Oberfläche des Carapax besitzt keine Skulptur, sie ist vielmehr spiegelglatt.

Die Cheliceren (Abb. 7) sind groß und kräftig, annähernd halb so lang wie der Carapax; ihre Oberfläche ist glatt, dorsal an der Basis liegen drei Tuberkel in einer Querreihe. Das bewegliche Chelicerenglied zeigt innen mindestens vier kleine, spitze, auseinanderstehende Zähnchen, die von distal nach basal an Stärke abnehmen. An der Spitze des beweglichen Fingers ragt eine lange, hyaline Galea in Form eines konischen Zapfens vor; Details sind wegen ausgetretener Spinnfäden nicht zu erkennen. Der feste Finger trägt einen schwachen Mittelzahn und kleine Unebenheiten. Die Stellung der fünf Setae des Cheliceren-Stamms ist in Abb. 7 dargestellt; *SB*, *LS* und *ES* bilden eine gerade Reihe, *E* ist offensichtlich nicht ausgebildet. Das Tasthaar *GS* inseriert etwa in der Mitte des beweglichen Fingers.

Die Pedipalpen (Abb. 5, 10) sind etwas länger als der Körper. Das Femur erscheint distal nur äußerst schwach verdickt; dagegen bildet die Tibia eine ausgesprochene Keule; diese Verdickung erstreckt sich über 3/4 der Tibia-Länge. Die Schere ist langoval und basal nur schwach verdickt. Das Längenverhältnis des beweglichen Fingers zur Hand beträgt 11:9. Die Spitze des festen Fingers ist abrupt zum beweglichen hin gebogen; dies ist ein Indiz für das Vorhandensein eines Giftapparates dort. Die Zähne des beweglichen Fingers bilden eine gleichmäßige Reihe von etwa 95 kleinen, stumpfen, sich berührenden Kegeln; am festen Finger sitzen etwa 45 spitzere Zähne. Zur Stellung der Tasthaare siehe Abb. 10. Die Haare *est* und *ist* inserieren proximal der Fingermitte, aber noch getrennt von der Gruppe *ib, isb, esb* und *eb;* die vier Setae des beweglichen Fingers sind deutlich erkennbar. Auf den Pedipalpen stehen neben den Trichobothrien zahlreiche kurze, spitze Borsten, die sich an der Scherenspitze konzentrieren. Die Oberfläche der Schere und des Pedipalpen-Femurs ist gekörnelt; dagegen erscheint die Tibia ± glatt. Die Körnchen berühren sich nicht, die der Schere sind kräftiger als jene des Femur.

Die Laufbeine besitzen alle je zwei Tarsenglieder; ihre Oberseite ist glatt. Die Trennungsebene zwischen Femur und Patella steht senkrecht zur Längsrichtung. Femur und Patella, besonders des hintersten Beinpaares, sind oval im Querschnitt; alle anderen Beinglieder sind rundlich. Am Laufbein IV inserieren auf der Tibia, auf dem ersten und auf dem zweiten Tarsenglied je ein Tasthaar (zur Stellung siehe Abb. 5). Die Beborstung nimmt zur Beinspitze hin an Dichte zu, die Borsten der letzten Tarsenglieder sämtlicher Beine formieren sich zu Längsreihen. Die Klauen sind einfach, ungezähnt, das Arolium zeigt keine Besonderheiten (Abb. 6).

Das Abdomen (Abb. 5) ist durch Einfluß der Harzeinbettung seitlich verdreht. Die Pleuren besitzen eine kräftige, rundliche Granulierung; die Körnchen treten dort nicht zu Längsreihen zusammen (Abb. 9). Man erkennt deutlich die Tergite I—XI; diese sind median ungeteilt. Tergit-Chaetotaxie: 2(?)-8(?)-10-10-10-10-10-10-10-10-8(?)-2(?). Die Haare sind alle spitz und bilden auf jedem Tergit

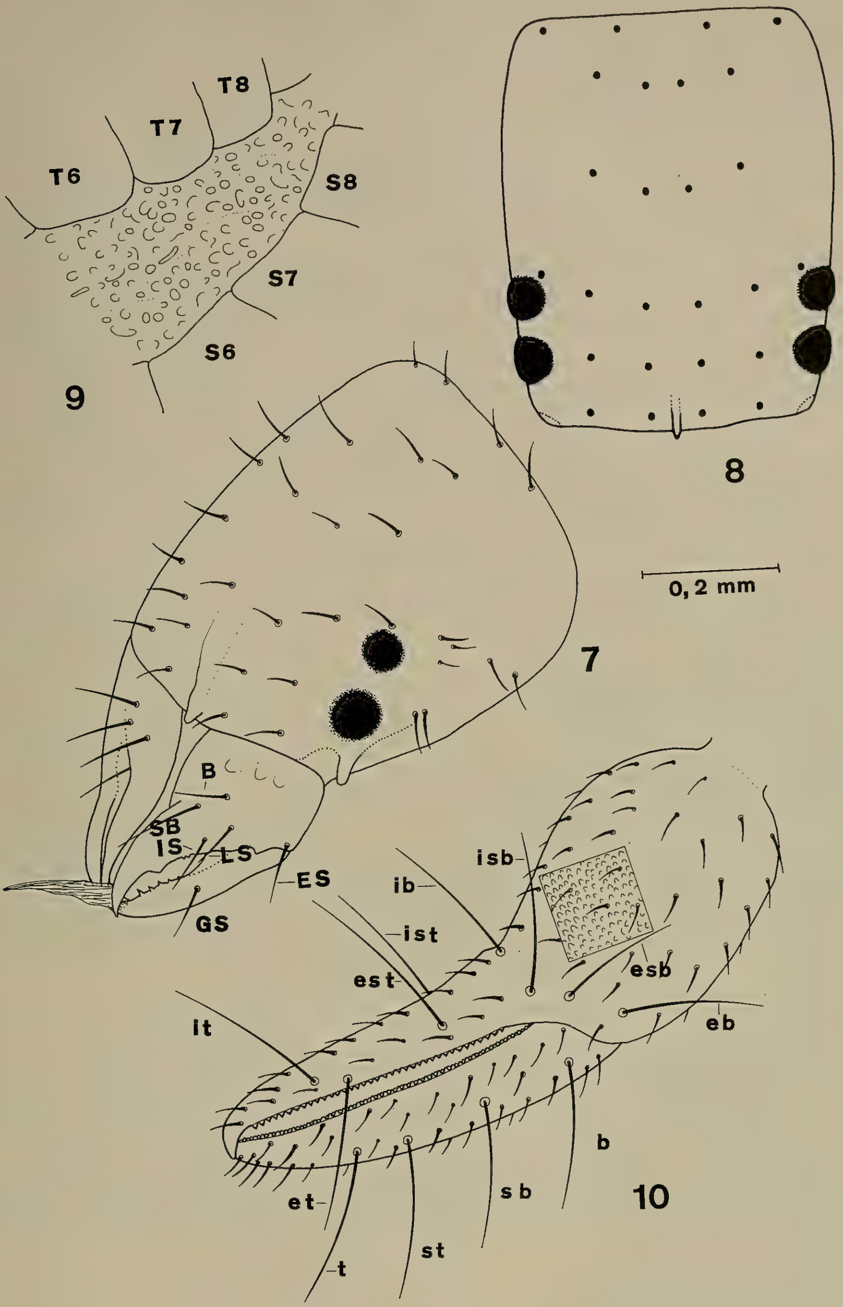

T8
T7
T6
S8
S7
S6
9
8
0,2 mm
7
B
SB
IS
LS
ES
GS
isb
ib
ist
est
esb
eb
it
et
t
st
sb
b
10

Abb. 7—10. *Microcreagris koellneri* n. sp.

7: Carapax und Cheliceren von dorso-lateral.
8: Chaetotaxie des Carapax, rekonstruiert und spiegelbildlich ergänzt.
9: Granulierung der Pleuren; T: Tergit, S: Sternit.
10: Linke Pedipalpen-Schere mit ausschnittweiser Oberflächen-Granulierung.

eine Querreihe am Hinterrand. Die Haarlänge nimmt zur Abdomenspitze hin zu; dort inserieren zwei längere Borsten. Einzelheiten der Sternite sind durch milchige Trübungen verdeckt.

Maße (in μm; L=Länge, B=Breite):

Körper: Körper-L ohne Cheliceren: 2090; Carapax-L: 610; Carapax-B: 450; Abdomen-L: 1480.

Cheliceren: Cheliceren-L: 285; Cheliceren-B: 200; beweglicher Finger-L: 220.

Pedipalpen: Femur-L: 525; Tibia-L: 520; Tibia-B: 225; Schere-L: 980; Hand-L: 480; Hand-B 330; beweglicher Finger-L 550; fester Finger-L: 505.

1. Laufbein: Femur-L: 200; Femur-B: 85; Patella-L: 190; Patella-B: 80; Tibia-L: 245; Tibia-B: 60; Tarsus-1-L: 130; Tarsus-1-B: 50; Tarsus-2-L: 250; Tarsus-2-B: 45.

2. Laufbein: Femur-L: 220; Femur-B: 70; Patella-L: 180; Patella-B: 80; Tibia-L: 250; Tibia-B: 60; Tarsus-1-L: 120; Tarsus-1-B: 50; Tarsus-2-L: 220; Tarsus-2-B: 45.

3. Laufbein: Femur-L: 150; Femur-B: 120; Patella-L: 260; Patella-B: 120; Tibia-L: 365; Tibia-B: 95; Tarsus-1-L: 130; Tarsus-1-B: 60; Tarsus-2-L: 280; Tarsus-2-B: 50.

4. Laufbein: Femur-L: 250; Femur-B: 120/190 (ovaler Querschnitt); Patella-L: 285; Patella-B: 105/180; Tibia-L: 450; Tibia-B: 85/105; Tarsus-1-L: 165; Tarsus-1-B: 70; Tarsus-2-L: 315; Tarsus-2-B: 60.

Tergite: I-L: 115; II-L: 115; III-L: 115; IV-L: 115; V-L: 155; VI-L: 165; VII-L: 175; VIII-L: 155; IX-L: 115; X-L: 85; XI-L: 70.

Beziehungen

Die Zugehörigkeit zu den Neobisiidae erscheint durch folgende Eigenschaften gesichert:

1. Carapax mit ± parallelen Seiten, Vorderrand breit abgestutzt, Oberfläche glatt; Epistom vorhanden.
2. Cheliceren groß, beweglicher Chelicerenfinger am Medialrande deutlich gezähnt.
3. Sämtliche Laufbeine mit zweigliedrigem Tarsus.
4. Trennungsebene zwischen Femur und Patella steht senkrecht zur Längsachse.
5. Tergite median ungeteilt. Pleuralmembran granuliert.

Die Subterminalborste des zweiten Tarsalgliedes ist jedoch im Gegensatz zu fast allen rezenten Arten einfach spitz, nicht geteilt oder anders modifiziert. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß die Teilung oder Fiederung der entsprechenden Borste durch die Einbettung im Bernstein unsichtbar wurde.

Bislang wurden alle Arten der Neobisiidae mit einer Galea in der Gattung *Microcreagris* zusammengefaßt, die sicherlich eine heterogene Gruppe darstellt. Diese hat Mahnert (1974; 1976) an Hand der Beborstung des Pedipalpen-Trochanter, der Chaetotaxie der männlichen Genitalöffnung und der Flagellumstruktur in drei Gattungen (*Microcreagris* s. str., *Roncocreagris*, *Acanthocreagris*) aufgeteilt. Diese Merkmale können leider wegen versteckter Lage bzw. Harztrübungen nicht am Fossil nachgeprüft werden. Deshalb kann die Inkluse lediglich als *Microcreagris* s. l. angesprochen werden; hierfür waren folgende Merkmale maßgebend:

1. Carapax mit 4 Augen.
2. Vorhandensein und Form des Epistoms.
3. Galea vorhanden, aus einem einzigen, einfachen Fortsatz bestehend.
4. Pedipalpen teilweise granuliert; fester Finger mit 8, beweglicher mit 4 Tasthaaren; Tasthaare *t*, *st* und *sb* nicht in der Mitte des beweglichen Fingers vereinigt.
5. Chaetotaxie der Tergite.

Der hauptsächliche Unterschied gegenüber der Gattung *Neobisium* ist das Vorhandensein einer Galea und die deutliche Granulierung der Pedipalpen; erstere fehlt bei *Neobisium* immer, letztere tritt dort nur vergleichsweise selten auf.

Eine Benennung als neue Art ist erforderlich, da sich die spezifischen Kennzeichen keiner beschriebenen Art zuordnen lassen:

1. Carapax mit 4 Augen, Chaetotaxie: 4-4, 26.
2. Chelicerenstamm mit 5 Borsten.
3. Galea vorhanden.
4. Palpenschere und Femur granuliert, Finger länger als die Hand; Tasthaar *ist* näher bei *est* als bei *isb*.
5. Tergit-Chaetotaxie: 2(?)-8(?)-10-10-10-10-10-10-10-8(?)-2(?).

Ein näherer Bezug zu einer bestimmten rezenten Art oder Artengruppe erscheint mir beim heutigen Wissensstand der phylogenetischen Gliederung (siehe oben) noch nicht möglich.

Aus dem Bernstein fehlte bislang der Nachweis der Gattung *Microcreagris* s. l., aus der Familie Neobisiidae sind überhaupt nur 5 Tiere beschrieben (siehe Aufstellung in Kap. 2). *Neobisium rathkii* (Koch & Berendt) stimmt zwar hinsichtlich der bei Beier (1937) gegebenen Maße mit *Microcreagris koellneri* n. sp. überein, besitzt jedoch nur einen kleinen, flachen Spinnhöcker und keine Galea, wie sie innerhalb der Familie für *Microcreagris* typisch ist. Die vier anderen bekannten fossilen Neobisiidae kommen für eine verwandtschaftliche Diskussion kaum in Frage. Bei *Neobisium* sp. Beier aus dem Baltischen Bernstein beträgt die Körperlänge des offensichtlich erwachsenen Stückes nur 1,2 mm, und *Electrobisium acutum* Cockerell aus dem Burmesischen Bernstein ist für Vergleichszwecke zu ungenügend dokumentiert. Bei der letzteren Art scheint überhaupt die Zugehörigkeit zu den Neobisiidae wegen der obskuren Carapax-Form zweifelhaft. *Neobisium exstinctum* Beier und *Roncus succineus* Beier sind auf Grund ihrer Zugehörigkeit zu anderen Gattungen von *Microcreagris koellneri* n. sp. so verschieden, daß eine Verwechselung ausgeschlossen ist.

Biologie, Ökologie und Verbreitung

Die rezenten *Microcreagris*-Arten (s. l., incl. *Acanthocreagris* und *Roncocreagris*) sind Bewohner der Bodenstreu, einige Arten leben auch troglobiont. Sie benötigen eine gewisse Feuchtigkeit, es gilt diesbezüglich das bei *Chthonius pristinus* n. sp. Gesagte. Man kann annehmen, daß *Microcreagris koellneri* n. sp. in der oberen Bodenstreu des Bernsteinwaldes (Augen nicht reduziert!) vorkam und sich bei gelegentlichem Umherstreifen auf stehenden oder liegenden Bäumen am ausfließenden Harz verfing.

Die Arten der Gattungsgruppe besiedeln ein großes Areal in der holarktischen und orientalischen Region. In Europa ist die Gattungsgruppe heute auf die wärmeren Gebiete beschränkt und fehlt sowohl nördlich der Alpen als auch in den Alpen selbst. Vermutlich besaß *Microcreagris koellneri* n. sp. ebenso wie die rezenten Arten eine thermophile Lebensweise; die Bedingungen dafür waren in dem warmen Lebensraum des Alttertiärs gegeben.

6.3. *Cheiridium* sp. [? *hartmanni* (MENGE)]

Das Fossil aus dem Baltischen Bernstein ist aufbewahrt im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (Abt. Stammesgeschichte), Inv.-Nr. BB-436-K-1.

Erhaltungszustand: Bei dem Einschluß handelt es sich um ein Bruchstück, wahrscheinlich um eine Nymphen-Exuvie. Für diese Annahme spricht die Tatsache, daß die Cuticula einen leeren Raum umkleidet, der Körper also fehlt; zudem ist die Ventralseite median aufgeplatzt als mögliche Folge eines Schlüpfaktes. Die Extremitäten sind abgebrochen und fehlen, nur ein unvollständiger Pedipalpus ist in unnatürlicher Lage zum Tier erhalten. Der Bernstein ist klar und behindert von keiner Richtung die Sicht.

Beschreibung

Der Carapax (Abb. 12) ist dreieckig, seine Seiten sind gerade. Er ist nach vorne verengt und dadurch an der Basis am breitesten. Ein Paar kleiner Augen liegt knapp hinter der Mitte des vorderen Carapax-Abschnitts. Man erkennt einen kräftig entwickelten Cucullus, der vorne eine kurze, mediane Längsfurche besitzt. Die Oberseite des Carapax zeigt eine deutliche Quereinschnürung etwa in der Mitte und eine schwächere hinter den Augen; der Carapax erscheint dadurch dreiteilig. Die Oberfläche trägt überall deutliche Tuberkel; dadurch sind die Carapax-Ränder unregelmäßig gewellt. An den Seiten distal der hinteren Einschnürung befindet sich je eine mit Tuberkeln besetzte, kräftige Schulterbeule.

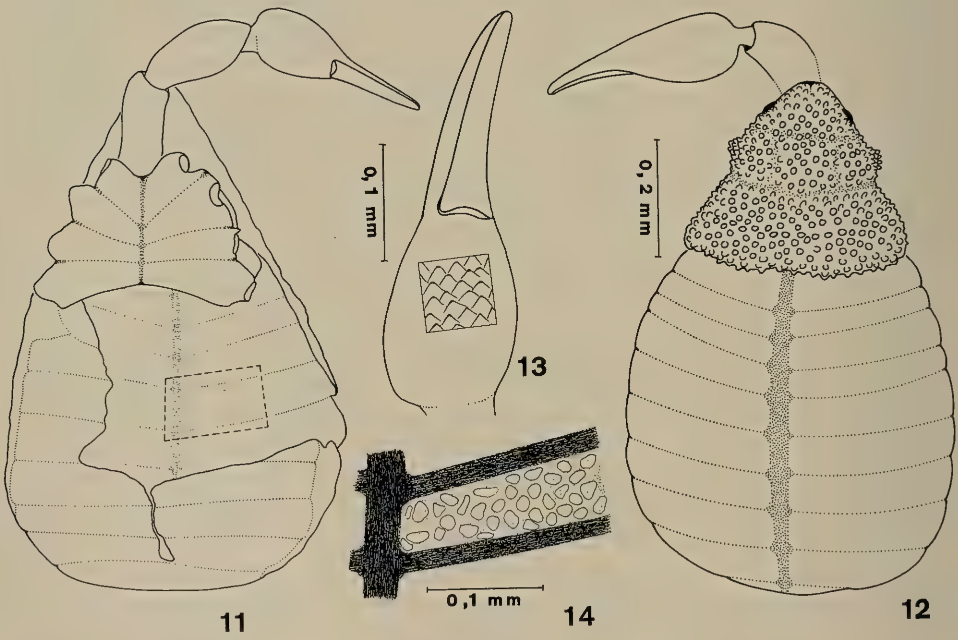


Abb. 11—14. *Cheiridium* sp. [? *hartmanni* (MENGE)].
11: Körperumriß von ventral.
12: Körperumriß von dorsal; Skulptur der Tergite und des Pedipalpus nicht ausgeführt.
13: Pedipalpen-Schere mit ausschnittweiser Oberflächen-Skulptur.
14: Durchscheinende Fensterflecken der Tergite von innen; Ausschnitt von Abb. 11.

Die Pedipalpen (Abb. 11—13) sind kräftig; Tibia und Femur verdicken sich nur wenig zur Spitze hin, sie wirken daher nicht keulig. Die Hand ist etwas kürzer als die Tibia, der bewegliche Finger so lang wie die Hand; letztere ist knapp 2mal so lang wie breit. Die Fingerspitzen sind stumpf. Die gesamte Oberfläche besitzt eine schindelartige Skulptur; die Spitzen der Schuppen ragen nur schwach vor (Abb. 13). Tasthaare und deren Areolen sowie andere Borsten sind lichtmikroskopisch nicht festzustellen.

Die Coxen der Laufbeine (Abb. 11) tragen keine besonders bezeichnenden Merkmale; es fehlt ein Pseudosternum. Die zwei vorderen Paare sind normal gewinkelt zur medianen Längsachse, die hinteren stehen ± senkrecht dazu. Die Oberfläche der Coxen ist schindelartig wie die Pedipalpen-Schere skulptiert, jedoch sind die Schuppen hier kleiner und schwächer ausgebildet.

Das Abdomen (Abb. 11, 12) erscheint breit rundlich, es ist bedeutend breiter als der Carapax an der Basis. Alle Tergite und möglicherweise auch die Sternite (aufgeplatzt!) sind median geteilt. Die Oberfläche aller Tergite und Sternite ist mit Tuberkeln besetzt und dadurch netzförmig skulptiert wie der Carapax; die „Maschen" der Cuticula sind bei Durchlicht als hellere Fensterflecken sichtbar (Abb. 14). Dorsal und ventral konnte keinerlei Beborstung konstatiert werden.

Maße (in μm; L=Länge, B=Breite):

Körper: Körper-L ohne Cheliceren: 870; Carapax-L: 320; Carapax-B: 390; Abdomen-L: 550; Abdomen-B: 585.

Pedipalpen: Tibia-L: 200; Tibia-B: 100; Schere-L: 350; Hand-L: 200; Hand-B: 130; Finger-L: 170.

Laufbein-Coxen: Mittellinie-L zusammen: 185; B zusammen senkrecht zur Mittellinie, Coxen I/II/III/IV: 140/240/320/370.

Beziehungen

Obgleich nur ein Fossil-Rudiment vorliegt, fällt die Einordnung in die Familie Cheiridiidae nicht schwer. An nachprüfbaren Familienkennzeichen treten auf:

1. Carapax dreieckig, größte Breite an der Basis; Scheibe mit zwei Querfurchen.
2. Cucullus kräftig, an der Spitze in Längsrichtung kurz gekerbt.
3. Ein Augenpaar.
4. Cephalothorax ohne Pseudosternum zwischen den Laufbein-Coxen.
5. Tergite median geteilt.
6. Integument grob netzartig skulptiert.
7. Körperlänge relativ gering.

Die Zugehörigkeit zur Gattung *Cheiridium* belegen folgende Merkmale:

1. Carapax mit seitlichen Beulen.
2. Form und Oberflächenskulptur der Pedipalpen-Schere.
3. Nur 10 von oben sichtbare Abdominalsegmente.

Die bislang beschriebenen rezenten Arten der Gattung *Cheiridium* unterscheiden sich nur geringfügig voneinander und sind schwer zu trennen. Eine einzige Art, *Cheiridium hartmanni* (MENGE), ist aus dem Baltischen Bernstein bekannt. Sie soll sich von dem in Europa heute weit verbreiteten *Cheiridium museorum* (LEACH) nur durch bedeutend geringere Körpergröße und etwas gedrungenere Palpenglieder unterscheiden (BEIER 1937). Das hier vorgestellte Tier ist nur wenig größer als *Cheiridium hartmanni* (MENGE) und gehört möglicherweise zu dieser Art. Nach der Abbildung in MENGE (1854) ist die Region der Laufbein-Coxen bei *Cheiridium hartmanni* jedoch anders gebaut als bei dem vorliegenden Fossil (Abb. 11). Danach stehen bei *Cheiridium hartmanni* (MENGE) die Coxen der zwei vorderen Laufbeine senkrecht zur Längsrichtung, die hinteren schräg dazu. Man muß annehmen, daß diese Zeichnung falsch ist, denn im Text erwähnt MENGE die diesbezügliche Übereinstimmung mit *Cheiridium museorum* (LEACH); bei diesem findet sich aber eine Konstruktion, die in CHAMBERLIN (1931: 85) dargestellt ist und mit der des hier besprochenen Einschlusses übereinstimmt. In Bezug auf die Körpergröße ist zu berücksichtigen, daß nur eine Exuvie vorliegt und das adulte Tier größer ist, eventuell gar so groß wie die rezente Art *Cheiridium museorum* (LEACH). Da zudem alle Extremitäten fehlen, und somit die dort befindlichen Merkmale nicht zugänglich sind, muß die Determination bei *Cheiridium* sp. belassen werden.

Biologie, Ökologie und Verbreitung

Die rezenten Angehörigen der Familie Cheiridiidae sind vorwiegend wärme- und trockenheitsliebende Rindenbewohner, einige Arten leben auch synanthrop. Vermutlich bevorzugten auch die tertiären Vertreter im Bernsteinwald Rinden als Lebensraum. Tiere in Rindenbiotopen werden naturgemäß häufiger als bodengebundene Arten vom ausfließenden Baumharz überrascht und konserviert, infolgedessen existieren relativ zahlreiche Inklusen der einen bisher beschriebenen fossilen Art (MENGE 1854; BEIER 1937). Im vorliegenden Fall hat sich vielleicht die reife Nymphe auf dem Harz verfangen, der Adultus konnte sich jedoch noch durch den Schlüpfakt aus der Exuvie, und damit aus der Harzfalle, befreien.

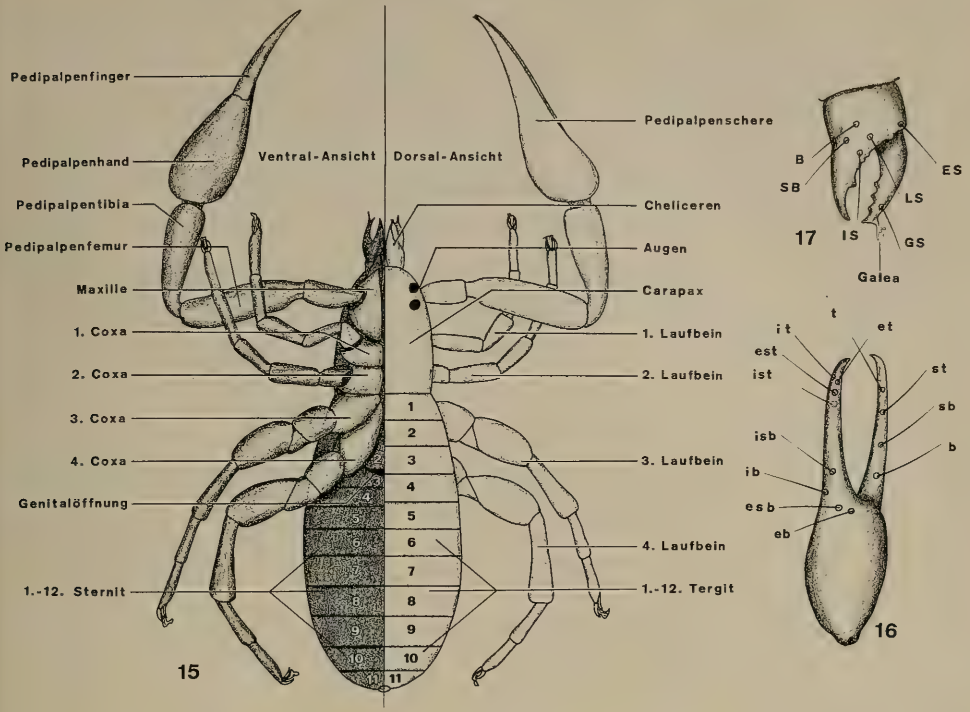

Pedipalpenfinger
Pedipalpenhand
Pedipalpentibia
Pedipalpenfemur
Maxille
1. Coxa
2. Coxa
3. Coxa
4. Coxa
Genitalöffnung
1.-12. Sternit
Ventral-Ansicht
Dorsal-Ansicht
Pedipalpenschere
Cheliceren
Augen
Carapax
1. Laufbein
2. Laufbein
3. Laufbein
4. Laufbein
1.-12. Tergit
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
15
B
SB
ES
LS
17
IS
GS
Galea
t
it
et
est
ist
st
sb
isb
b
ib
esb
eb
16

Abb. 15—17. Die wichtigsten morphologischen Kennzeichen der Pseudoskorpione.
15: Körper von dorsal (rechte Hälfte) und ventral (linke Hälfte).
16: Pedipalpen-Schere mit schematischer Stellung der Tasthaare; Terminologie s. S. 8.
17: Chelicere mit schematischer Stellung der Tasthaare; Terminologie s. S. 7.

7. Literatur

Bachofen-Echt, A. (1934): Beobachtungen über im Bernstein vorkommende Spinnengewebe. — Biol. generalis, **10**: 179—184; Wien.

Beier, M. (1932): Pseudoskorpionidea I und II. — *In:* Das Tierreich, Lief. 57 u. 58; Berlin & Leipzig (Walter de Gruyter).

— (1937): Pseudoscorpione aus dem Baltischen Bernstein. — Festschrift E. Strand, **2**: 302—316; Riga.

— (1947): Pseudoskorpione im baltischen Bernstein und die Untersuchung von Bernsteineinschlüssen. — Mikroskopie, **1**: 188—199; Wien.

— (1955): Pseudoscorpione im baltischen Bernstein aus dem Geologischen Staatsinstitut in Hamburg. — Mitt. geol. Staatsinst. in Hamburg, **24**: 48—54; Hamburg.

— (1963): Ordnung Pseudoscorpionidea (Afterskorpione). — *In:* Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas, Lief. 1; Berlin (Akademie-Verlag).

Chamberlin, J. C. (1931): The Arachnid Order Chelonethida. — Stanford Univ. Publ., Biol. Sciences, **7**: 1—284; Stanford.

Cockerell, T. D. A. (1917): Arthropods in Burmese Amber. — Amer. J. Sci., Ser. 4, **44**: 630—368; New Haven.

— (1920): Fossil Arthropods in the British Museum I. — Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 9, **5**: 273—279; London.

Helversen, O. v. (1966): Über die Homologie der Tasthaare bei Pseudoskorpionen (Arach.). — Senckenbergiana biol., **47**: 185—195; Frankfurt/M.

KOCH, C. L. & BERENDT, G. C. (1854): Die im Bernstein befindlichen Crustaceen, Myriapoden, Arachniden und Apteren der Vorwelt. — *In:* BERENDT, G. C.: Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt, 1: 1—124; Berlin (Nicolai).

MAHNERT, V. (1974): *Acanthocreagris* nov. gen. mit Bemerkungen zur Gattung *Microcreagris* (Pseudoscorpiones, Neobisiidae) (Über griechische Pseudoskorpione IV). — Rev. Suisse Zool., **81**: 845—885; Genf.

— (1976): Zur Kenntnis der Gattungen *Acanthocreagris* und *Roncocreagris* (Arachnida, Pseudoscorpiones, Neobisiidae). — Rev. Suisse Zool., **83**: 193—214; Genf.

MENGE, A. (1854): Über die Scherenspinnen, Chernetidae. — N. Schr. nat. Ges. Danzig, **5**: 1—41; Danzig.

SCHLEE, D. (1970): Verwandtschaftsforschung an fossilen und rezenten Aleyrodina (Insecta, Hempitera). — Stuttgarter Beitr. Naturk., A, **213**: 1—71; Stuttgart.

SCHLEE, D. & GLÖCKNER, W. (1978): Bernstein. — Stuttgarter Beitr. Naturk., C, **8**: 1—72, 16 Farbtaf.; Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

WOLFGANG SCHAWALLER, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, Abteilung für stammesgeschichtliche Forschung, Arsenalplatz 3, D-7140 Ludwigsburg.

7

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 43 Stuttgart 1979

Zur Stratigraphie des Ober-Bajocium (Braunjura δ/ε-Grenzschichten) der Zollernalb (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg)

Von Gerd Dietl, Ludwigsburg, und Rolf Hugger, Albstadt-Onstmettingen

Mit 4 Abbildungen

Zusammenfassung

Im Gebiet der Zollernalb wurden im Ober-Bajocium 2 Profile (Bisingen und Balingen-Streichen) aufgenommen und biostratigraphisch untersucht. Dabei konnten durch horizontierte Aufsammlung von zahlreichen Ammoniten die folgenden Zonen und Subzonen belegt werden: *subfurcatum*-Zone (*banksi-*, *polygyralis-* und *baculata*-Subzone) und *parkinsoni*-Zone (*acris*-Subzone). Für die *garantiana*-Zone, die im Hamiten-Ton vermutet wird, fanden sich keine Hinweise.

Die *humphriesianum*-Zone reicht mit der *blagdeni*-Subzone noch in den tiefsten Teil des Subfurcaten-Ooliths hinein. Die Grenze *subfurcatum-/garantiana*-Zone wird im Hamiten-Ton vermutet. Die *parkinsoni*-Zone beginnt mit dem Parkinsonien-Oolith. Auf den Parkinsonien-Oolith folgt unmittelbar das Bathonium.

Aus dem Subfurcaten-Oolith von Bisingen werden erstmalig Funde zahlreicher aus Süddeutschland noch nicht bekannter Ammoniten-Arten und -Gattungen ohne nähere Beschreibung mitgeteilt.

Summary

In the Upper Bajocian of the Zollernalb, Württemberg (SW-Germany) 2 sections (Bisingen and Balingen-Streichen) were taken and their biostratigraphy investigated. With the collected material of about 2000 ammonites the following zones and subzones have been recognized: *subfurcatum* Zone (*banksi, polygyralis* and *baculata* Subzones); *parkinsoni* Zone (*acris* Subzone). There were no indications for the *garantiana* Zone, which is supposed within the „Hamiten-Ton".

In the investigated sections the *humphriesianum* Zone is extending up into the deepest part of the „Subfurcaten-Oolith" with the *blagdeni* Subzone. The boundary *subfurcatum/garantiana* Zone is supposed in the „Hamiten-Ton". The *parkinsoni* Zone begins with the „Parkinsonien-Oolith". The Bathonian follows immediately above the „Parkinsonien-Oolith".

Within the „Subfurcaten-Oolith" of Bisingen numerous species and genera of ammonites unknown in Southern Germany till now were found for the first time. They are mentioned in this paper, a detailed description will be given later.

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 43 Stuttgart, 15. 3. 1979

1. Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist der zweite publizierte Bericht zur Stratigraphie des Ober-Bajocium (Braunjura δ/ε-Grenzschichten) entlang der Schwäbischen Alb. Weitere Berichte sollen folgen. Parallel zu diesen Mitteilungen sollen in Monographien jeweils einzelne Gruppen der im Ober-Bajocium von Württemberg vorkommenden Ammoniten vorgestellt werden. Zur Zeit sind die Perisphinctidae des Subfurcaten-Ooliths in Bearbeitung.

Auch diese Arbeit entstand in Zusammenarbeit mit Privatsammlern (siehe auch DIETL, FLAIG & GLÜCK 1978).

Dank

Bei den Grabungsarbeiten halfen zeitweise Th. HUGGER, Albstadt-Onstmettingen, G. WASMER, Bad Dürrheim-Sunthausen, K.-H. SPIETH, Stuttgart, H. EICHENSEER, Marbach-Erdmannhausen, und R. SCHLATTER, Schaffhausen. Die Gemeinde Bisingen und Oberförster P. BOSS, Bisingen, erlaubten freundlicherweise die Grabungen. Das Forsthaus der Familie HUGGER in Albstadt-Onstmettingen bot unter dem besonderen Einsatz von Frau H. HUGGER eine hervorragende Gastfreundschaft während der Grabungen. Frau U. BITZER, Albstadt-Onstmettingen, stellte einen Ammoniten zur Verfügung. Dr. C. PARSONS, Liverpool, gab wertvolle Auskünfte und Dr. G. BLOOS, Ludwigsburg, sah das Manuskript durch. Dr. A. GALÁCZ, Budapest, bemühte sich um Auskünfte über den Verbleib von Holotypen und besorgte außerdem Fotokopien von seltener Literatur. W. OHMERT, Freiburg, gewährte Einblick in die Sammlung von W. HAHN. Allen genannten Personen und Institutionen gilt unser besonderer Dank.

2. Einleitung

Erste Angaben über die Ammoniten-Zonen der Braunjura δ/ε-Grenzschichten im Gebiet der Zollernalb machte in jüngster Zeit in den Erläuterungen zu Blatt 7620 Jungingen HAHN (1975). Er gab auch erstmals in diesem Zusammenhang etwas ausführlicher die Ammoniten-Fauna des Subfurcaten-Ooliths (Ober-δ-Oolith) an, die er in einer Baugrube in Killer aufsammeln konnte (HAHN 1975: 33). Das Material wurde von den Verfassern eingesehen. Eine genaue Horizontierung dieser Funde wurde jedoch damals nicht durchgeführt. Einige wenige Ammoniten aus dem Subfurcaten-Oolith der Zollernalb beschrieben auch schon QUENSTEDT (1886/87) und BENTZ (1924).

Günstigste Aufschlüsse in der Umgebung des Hohenzollern in den Schichten des Subfurcaten- und Parkinsonien-Ooliths ergaben nun auch die Möglichkeit im Gebiet der Zollernalb in diesen Schichten eine Gliederung nach Ammoniten-Subzonen vorzunehmen, wie dies schon am Plettenberg durch DIETL, FLAIG & GLÜCK (1978) geschah. Das im Mittelpunkt dieser Arbeit stehende Profil (Abb. 2) liegt am Albtrauf auf der Gemarkung der Gemeinde Bisingen.

Während die tonigen Schichten zwischen den beiden oben genannten Oolith-Horizonten im Untersuchungsgebiet nur schlecht aufgeschlossen sind und daher wenig Fauna lieferten, konnten im tieferen der beiden Oolith-Horizonte, dem Subfurcaten-Oolith, bis zu etwa 1800 Ammoniten durch mehrere Grabungen horizontiert aufgesammelt werden. Dabei konnte eine größere Zahl von bisher in Deutschland in diesen Schichten unbekannten Ammoniten-Arten und -Gattungen geborgen werden, die teilweise von großer Bedeutung für den stratigraphischen Vergleich mit gleichalten Schichten in anderen Ländern, z. B. Frankreich (PAVIA 1973) und England (PARSONS 1976), sind.

Als Ergänzung zum Profil Bisingen wurden im Gebiet der Zollernalb, am Hohenzollern, bei Killer, bei Starzeln und bei Balingen-Streichen weitere Profile aufgenommen bzw. Aufsammlungen durchgeführt. Nur das Profil von Balingen-Streichen, welches in nördlicher Richtung oberhalb vom Ort liegt und durch Wegebau aufgeschlossen wurde, ist in dieser Arbeit für den Bereich des Subfurcaten-Ooliths näher dargestellt (siehe Abb. 3).

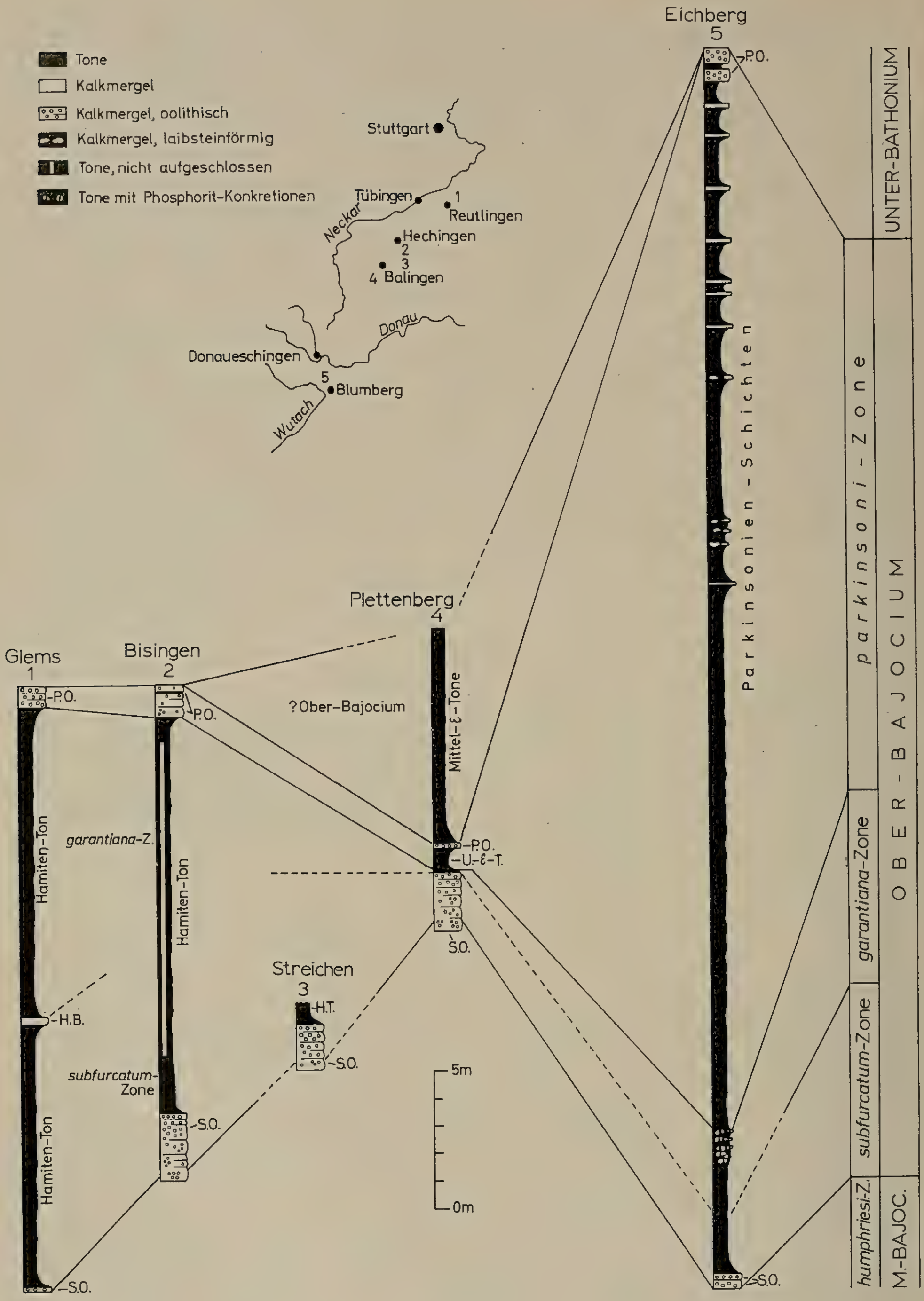
Die bisherige Kenntnis über die Ammoniten-Fauna des Subfurcaten-Ooliths (z. T. *humphriesianum*-Zone und *subfurcatum*-Zone) von Württemberg war sehr unvollständig. So kannte z. B. QUENSTEDT (1843; 1858; 1886/87) keine Perisphincten und Sphaeroceraten aus dem hiesigen Subfurcaten-Oolith. In Instituts- und Privatsammlungen ist die Ammoniten-Fauna dieser Schichten nur sehr spärlich vertreten oder fehlt vollkommen. Dies hat insbesondere zwei Gründe: 1. Die Ammoniten des Subfurcaten-Ooliths sind meistens sehr schlecht erhalten, weil sie durch ihre kalzitische Erhaltung rasch verwittern, oder sie sind aus frischem Gestein kaum herauspräparierbar. 2. Die Ammoniten des Subfurcaten-Ooliths verteilen sich überwiegend auf kleinwüchsige Arten und sind daher für eine Privatsammlung wenig attraktiv. Da sich die Instituts- und Museumssammlungen überwiegend aus ehemaligen Privatsammlungen zusammensetzen, fehlen darin dann auch oft die Ammoniten des Subfurcaten-Ooliths. Ähnlich ist die Situation bei den Ammoniten des Parkinsonien-Ooliths. Die besten Funde dieses Horizonts werden überwiegend in den kondensierten Schichten des Mittel-Doggers der Ostalb im Gebiet von Oberdorf — Bopfingen a. Ipf gemacht. Aus den übrigen Gebieten des Schwäbischen Juras liegen nur wenige und meistens unvollständige Aufsammlungen aus dem Parkinsonien-Oolith vor.

Ein Überblick über die Erforschungsgeschichte der Schichtenfolge des Ober-Bajocium (Braunjura δ/ε-Grenzschichten) entlang der Schwäbischen Alb ist bei DIETL, FLAIG & GLÜCK (1978: 2) zusammengestellt. Allgemeines über den Gebrauch der zahlreichen Schichtnamen, über die QUENSTEDT'schen Schichtgruppen und über die Aufschlußsituation des Mittel-Doggers in Württemberg ist u. a. bei DIETL (1978b) nachzulesen.

3. Die Schichtenfolge im Gebiet der Zollernalb im Vergleich mit Nachbargebieten

In dem im Mittelpunkt dieser Untersuchung stehenden Profil von Bisingen ist eine Schichtenfolge von den Blaukalken (Braunjura ober-γ) bis zum unteren Ornaten-Ton (Braunjura ζ) aufgeschlossen. Während die Kalksandstein-, die Mergelstein- und die Oolith-Bänke dieses Profils gut zugänglich sind, überdecken die Schuttmassen alter Hangrutsche Teile des Giganteus-Tons, des Hamiten-Tons (= Unter-ε-Tone) und Teile des Dentalien-Tons. Im Rahmen dieser Arbeit interessierte aber nur die Schichtenfolge vom SubfurcatenOolith (= Ober-δ-Oolith) bis zum Parkinsonien-Oolith (= Unter-ε-Oolith).

Der Subfurcaten-Oolith wird im Profil Bisingen (Abb. 2) vom Ostreen-Kalk unterlagert, der als mehrere Meter mächtige Wechselfolge von feinsandigen Kalkmergel-Bänken und feinsandigen Tonlagen ausgebildet ist. Der Übergang vom Ostreen-Kalk zum Subfurcaten-Oolith ist durch das plötzliche Einsetzen von Eisenooiden gekennzeichnet. Eine sehr ähnliche Wechselfolge im Übergangsbereich zum Subfurcaten-Oolith beschrieben DIETL, FLAIG & GLÜCK (1978: 4) im Profil


Tone
Kalkmergel
Kalkmergel, oolithisch
Kalkmergel, laibsteinförmig
Tone, nicht aufgeschlossen
Tone mit Phosphorit-Konkretionen
Stuttgart
Tübingen
1 Reutlingen
Neckar
Hechingen
2
3
4 Balingen
Donau
Donaueschingen
5 Blumberg
Wutach
Eichberg 5
Plettenberg 4
Glems 1
Bisingen 2
Streichen 3
P.O.
H.B.
S.O.
H.T.
U.-ε-T.
Mittel-ε-Tone
?Ober-Bajocium
Hamiten-Ton
garantiana-Z.
subfurcatum-Zone
Parkinsonien-Schichten
5m
0m
UNTER-BATHONIUM
parkinsoni-Zone
garantiana-Zone
subfurcatum-Zone
humphriesi-Z.
OBER-BAJOCIUM
M.-BAJOC.

am Plettenberg, nur nannten sie hier die den Subfurcaten-Oolith unterlagernden Schichten im Sinne von WEISERT (1932: Abb. auf S. 185) Blagdeni-Schicht. In gleicher Weise verfuhren BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966, Abb. 5) in den Profilen Glems (Mittelwürttemberg) und Eichberg (Wutachgebiet) und HAHN (1975, Abb. 10) in der Bohrung von Albstadt-Onstmettingen auf der Zollernalb.

Die Bezeichnung Blagdeni-Schicht, von WEISERT (1932) für die kalkmergelige bis tonmergelige Schichtenfolge zwischen seinen „Humphriesi-Schichten" (= Humphriesianum-Oolith) und „Bifurcaten-Oolith" (= Subfurcaten-Oolith) vorgeschlagen, sollte, wenn überhaupt, nur für den Raum Gosheim angewandt werden, wo der Humphriesianum-Oolith am typischsten ausgebildet ist. Im Gebiet der Mittleren Alb, der Zollernalb und am Plettenberg sind im Niveau des Humphriesianum-Ooliths mehr tonige Schichten (= Giganteus-Ton) ausgebildet, deren biostratigraphische Stellung im Vergleich zum Humphriesianum-Oolith und der Blagdeni-Schicht noch im Detail geklärt werden muß. Auf keinen Fall — dies vermerkte schon WEISERT (1932: Abb. auf S. 185) — sind die Coronaten-Schichten QUENSTEDT's mit der Blagdeni-Schicht gleichzusetzen, wie dies z. B. FRANK (1939: 403) getan hat. QUENSTEDT (1856) verstand unter seinen Coronaten-Schichten offensichtlich den Schichtbereich, in dem Teloceraten besonders häufig sind. Dies ist im Gebiet der Mittleren Schwäbischen Alb und der Zollernalb — auf diese beiden Gebiete bezog sich hauptsächlich QUENSTEDT (1843; 1856) bei seinen Untersuchungen — der Übergangsbereich Ostreen-Kalk/Subfurcaten-Oolith. Auch die Profile Bisingen und Plettenberg (DIETL, FLAIG & GLÜCK 1978: Abb. 2), sowie neuere Aufsammlungen von Mössingen-Oeschingen (Mittlere Schwäbische Alb) zeigen das gleiche Bild. Im Profil Bisingen liegt das Hauptvorkommen der Teloceraten in den Schichten 1—3 (Abb. 2).

Der Subfurcaten-Oolith schwankt im Aufschlußgebiet von Bisingen in seiner Mächtigkeit zwischen 2,1 m und 2,5 m. Im Profil Streichen (Abb. 3) ist er mit etwa 1,8 m etwas geringer mächtig, während er am Plettenberg (DIETL, FLAIG & GLÜCK 1978: Abb. 2) ungefähr die gleiche Mächtigkeit wie in Bisingen aufweist. Nach Norden nimmt dagegen seine Mächtigkeit über Oeschingen, Gönningen (etwa 80 cm) auf 20—50 cm im Raum Eningen, Glems und Beuren kontinuierlich ab.

Die lithologische Ausbildung des Subfurcaten-Ooliths der Zollernalb ist sehr ähnlich der am Plettenberg. In seiner unteren Hälfte treten die Eisenooide noch verhältnismäßig spärlich auf. Sie sind sehr klein und meistens wolkig angereichert. Das Gestein zeigt im angewitterten Zustand graue bis hellbraune Farb-

---

Abb. 1. Schichtenfolge und Vergleich der Mächtigkeiten der verschiedenen Ammoniten-Zonen des Ober-Bajocium zwischen Glems (Mittelwürttemberg), Bisingen (Zollernalb), Balingen-Streichen (Zollernalb), Plettenberg bei Balingen (SW-Alb) und Eichberg (Wutachgebiet).

1: Profil Glems nach BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966: Abb. 5); 2: Profil Bisingen nach eigenen Aufnahmen 1978; 3: Profil Streichen nach eigenen Aufnahmen 1978; 4: Profil Plettenberg nach DIETL, FLAIG & GLÜCK (1978: Abb. 2); 5: Profil Eichberg nach BUCK, HAHN & SCHÄDEL (1966: Abb. 5).

Abkürzungen:
S.O. = Subfurcaten-Oolith
P.O. = Parkinsonien-Oolith
H.B. = Hamiten-Bank
U.-ε-T. = Unter-ε-Tone

töne. Die obere Hälfte dagegen ist sehr viel reicher an Eisenooiden, deren Farbe hier rostrot ist. Die Ooide sind erheblich größer als im tieferen Teil und geben dem Gestein eine gleichmäßig rostrote Farbe. Die meisten Ammoniten kommen auf der Unter- oder Oberseite der oolithischen Kalkmergel-Bänke (z. B. Schichten 2—5 in Abb. 2) vor oder treten in den dünnen tonmergeligen Zwischenlagen auf.

Der Übergang vom Subfurcaten-Oolith zum Hamiten-Ton ist in Bisingen im Gegensatz zum Profil am Plettenberg fließend. Während am Plettenberg die Oberfläche der Dachbank des Subfurcaten-Ooliths eine Omissionsfläche darstellt, nimmt in Bisingen der Tongehalt in den obersten oolithreichen Schichten allmählich nach oben hin zu, bis reine Tone ohne Beimengung von Ooiden auftreten. Die Grenze Braunjura δ/ε wird wie im Profil Plettenberg (Dietl, Flaig & Glück 1978) an die Obergrenze des Subfurcaten-Ooliths gelegt. Mit dem Wechsel von der Oolith-Fazies (Ober-δ-Oolith) zur Tonfazies (Unter-ε-Tone) verändert sich auch erheblich der Fossilinhalt. Während im Subfurcaten-Oolith verschiedene Muscheln (z. B. *Ctenostreon, Lopha, Pholadomya, „Catinula", Gresslya*), Brachiopoden („Terebrateln" u. „Rhynchonellen") und normal aufgerollte Ammoniten sehr häufig sind, finden sich im unteren Teil des aufgegrabenen Hamiten-Tons von Bisingen nunmehr überwiegend entrollte Ammoniten *(Spiroceras)* und unter den Muscheln meistens nur *Bositra.* Die gleiche Beobachtung machte schon Dietl (1978a: 67)bei einer Grabung in gleichalten Schichten von Eningen unter Achalm.

Der Hamiten-Ton ist im Profil Bisingen etwa 14 m mächtig. Da er im Untersuchungsgebiet leicht verrutscht ist, wurde seine Mächtigkeit mit Hilfe eines Horizontierglases ermittelt. Nur seine untersten 2 m und der oberste Meter wurden aufgegraben. Die dabei zutage gekommenen Fossilien wurden schon weiter oben erwähnt. Der Hamiten-Ton (= Unter-ε-Tone) von Bisingen dürfte in etwa äquivalent dem Hamiten-Ton von Glems (Buck, Hahn & Schädel 1966: Abb. 5) sein (siehe auch Abb. 1 vorliegender Arbeit). Ähnlich dürften auch noch die Verhältnisse im Profil Streichen (Abb. 3) sein, obwohl auch dort nur der unterste Meter des Hamiten-Tons aufgeschlossen ist. Die stratigraphischen Verhältnisse wechseln erst weiter nach SW (siehe Profil Plettenberg: Dietl, Flaig & Glück 1978: Abb. 2), wo der Hauptanteil der mit 70 cm erheblich geringermächtigen Tonschichten zwischen Subfurcaten- und Parkinsonien-Oolith zur *parkinsoni*-Zone gehört und damit jünger als der eigentliche Hamiten-Ton (*subfurcatum*- und *garantiana*-Zone) ist (siehe auch Abb. 4). Wegen des sehr wechselnden Alters der Tone zwischen Subfurcaten- und Parkinsonien-Oolith im Gebiet zwischen Mittlerer Alb und Wutachgegend haben Dietl, Flaig & Glück (1978: 3) die von A. Rieber (1922) verwendete lithostratigraphische Bezeichnung Unter-ε-Tone wieder aufgegriffen. Wie dies schon mehrfach in dieser Arbeit durch den Vermerk in Klammern geschehen, wäre auch der Hamiten-Ton der Zollernalb als Unter-ε-Tone zu bezeichnen.

Der auf den Hamiten-Ton (= Unter-ε-Tone) folgende Parkinsonien-Oolith ist im Profil Bisingen etwa 1,4 m mächtig. Er stellt sich als eine Schichtenfolge von unterschiedlich dicken, splittrig brechenden Kalkmergel-Bänken mit geringer Ooidführung dar. Zwischen den einzelnen oft laibsteinförmig ausgebildeten Kalkmergel-Bänken liegen dünne, schwach oolithische Tonhorizonte. Das frische Gestein ist blaugrau und verwittert zu hellbrauner Farbe. Fossilien sind nicht sehr häufig, abgesehen von Fragmenten und vereinzelten vollständigen Exemplaren großer Parkinsonien in den Schichten 8—11 (Abb. 2). In den Bänken 6—7 finden sich etwas häufiger kleinere Ammoniten. Wie schon im Profil am Plettenberg von DIETL, FLAIG & GLÜCK (1978: 6) beobachtet wurde, kommen auch im Profil Bisingen Fragmente von großen Parkinsonien auf der Dachfläche des Parkinsonien-Ooliths vor. Sie weisen auch hier auf Umlagerungsvorgänge an der Grenze zur darüberliegenden Tonfazies hin. Die Tone über dem Parkinsonien-Oolith wurden im Profil Bisingen im Sinne von QUENSTEDT (1856: Abb. auf S. 555) als Dentalien-Ton bezeichnet. Sie gehören ins Bathonium und wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht.

4. Zur Zonen- und Subzonenfolge im Vergleich mit Nachbargebieten

4.1. *subfurcatum*-Zone

banksi-Subzone

Mit dem tiefsten Fund von *Caumontisphinctes diniensis* wurde die Untergrenze der *subfurcatum*-Zone, und damit auch die Untergrenze ihrer tiefsten Subzone, der *banksi*-Subzone, gezogen. Sie liegt im Profil Bisingen im unteren Drittel des Subfurcaten-Ooliths (siehe auch Abb. 2). Im Profil Streichen gelang der Nachweis von *C. diniensis* nicht. Das Index-Fossil der *banksi*-Subzone allerdings, *Teloceras banksi*, wurde im Profil Bisingen nur in der nächsthöheren, der *polygyralis*-Subzone, gefunden. Sein Vorkommen in der *banksi*-Subzone kann jedoch angenommen werden, da aus diesem Bereich eine der vielen geborgenen unbestimmbaren *Teloceras*-Innenwindungen zu dieser Art gehören könnte. Vielleicht helfen hier die gemeinsam mit G. NETH, Gomaringen, in Mössingen-Oeschingen aus dem Subfurcaten-Oolith aufgesammelten Teloceraten dieses Problem zu lösen.

C. diniensis (= *C. aplous diniensis* nach PAVIA 1973: 115) ist in Bisingen verhältnismäßig häufig, wenn auch nicht immer gut erhalten. Die Identität einiger guter Exemplare mit *C. „aplous diniensis“* PAVIA ist sehr wahrscheinlich. Neben vollkörperlich erhaltenen Stücken fanden sich in Bisingen auch verdrückte Exemplare, die dem ebenfalls verdrückten Typusmaterial dieser Unterart von Digne, Südfrankreich (PAVIA 1973), gleichen. Neben *C. diniensis* konnte in Bisingen in der *banksi*-Subzone auch ein Exemplar von *C.* cf. *aplous* s. str. gefunden werden. Beide Formen sind nach PAVIA (1973) die besten Leitfossilien für die *banksi*-Subzone, da *T. banksi* z. T. selten ist oder auch ganz fehlt. Aus diesem Grunde nannten PAVIA & STURANI (1968) und PAVIA (1969) den Bereich der *banksi*-Subzone ursprünglich *aplous*-Subzone. Erst die Erkenntnis von STURANI (1971: 49), daß die *aplous*-Subzone äquivalent der *banksi*-„hemera“ von BUCKMAN (1925: 74) ist, führte ihn aus Prioritätsgründen dazu, die frühere *aplous*-Subzone in *banksi*-Subzone umzubenennen.

C. diniensis wurde ursprünglich von PAVIA (1973: 115) als Unterart von *C. aplous* angesehen. PARSONS (1976 u. briefl. Mittlg.) glaubt dagegen, daß *C. diniensis* wenig Gemeinsames mit *C. aplous* hat und erhob die neue Unterart *C. aplous diniensis* PAVIA zur eigenen Art. Aufgrund unseres Materials stimmen wir der Auffassung von PARSONS (1976) zu.

Neben den schon genannten Arten der Gattung *Caumontisphinctes* kommen im Profil von Bisingen *C. nodatus, C. debilis, C.* n. sp. sowie noch weitere Perisphincten in der *banksi*-Subzone vor. Aber auch die Perisphincten-Gattung *Leptosphinctes* ist schon durch wenige, leider unbestimmbare Exemplare in diesem Bereich vertreten. Pavia (1973: Tab. 3) gibt mit *Leptosphinctes festonensis* die ersten Perisphincten schon aus der *blagdeni*-Subzone von Digne, Südfrankreich, an. Aus diesem Niveau wurden bisher in Süddeutschland noch keine Perisphincten bekannt.

Die *blagdeni*-Subzone reicht im Profil Bisingen wie auch in Streichen mit typischen Vertretern der Stephanoceratidae, wie z. B. *Teloceras* und *Itinsaites*, bis in den Subfurcaten-Oolith hinein. Die letzten Teloceraten gehen in Bisingen über die *banksi*-Subzone hinaus und kommen noch in der *polygyralis*-Subzone vor (siehe auch Kapitel „*polygyralis*-Subzone"). Die häufigste Art der Gattung *Teloceras* im Subfurcaten-Oolith von Bisingen ist *T. coronatum.* Erste, leider unbestimmbare Oppelien sowie ein riesiges Exemplar von *Lytoceras* mit ca. 1,5 m Durchmesser kamen außerdem bei den Grabungen von Bisingen im Bereich der *banksi*-Subzone vor. Das große *Lytoceras* konnte aufgrund seines schlechten Erhaltungszustandes leider nicht geborgen werden.

polygyralis-Subzone

C. polygyralis ist trotz der über 400 Caumontisphincten, die bei den Grabungen in Bisingen geborgen wurden, nicht gefunden worden. Das wesentlich bessere Grabungsergebnis von Bisingen bestätigt damit die im Profil am Plettenberg durch Dietl, Flaig & Glück (1978: 9) gemachte Feststellung, daß *C. polygyralis* in Württemberg anscheinend nicht auftritt. So konnte auch in Bisingen bzw. in Streichen die Grenze *banksi-/polygyralis*-Subzone nicht mit dem Vorkommen der Leitart gezogen werden, sondern mußte sich nach dem Vorkommen anderer wichtiger Formen wie *C. bifurcus* richten (siehe schon Dietl, Flaig & Glück 1978: 10). Die Grenze *banksi-/polygyralis*-Subzone wurde aus diesem Grunde nur gestrichelt gezeichnet (Abb. 2).

Auffallend ist auch im Profil Bisingen das hohe Vorkommen von *Teloceras (T. banksi, T. coronatum)* und *Normannites* in der *polygyralis*-Subzone. Hier bestätigen sich ebenfalls die Ergebnisse vom Plettenberg (Dietl, Flaig & Glück 1978: 10 u. Abb. 2) und verstärken den Unterschied zu den Beobachtungen von Pavia (1969; 1973) und Parsons (1976), nach denen die letzten Vertreter der Stephanoceraten in Südfrankreich und England nur bis in die *banksi*-Subzone hinaufreichen.

Die häufigsten Formen der Gattung *Caumontisphinctes* in der *polygyralis*-Subzone von Bisingen sind *C. inferior, C. rota* und *C. bifurcus.* Die übrigen Arten sind seltener. Mit ihrem Erlöschen setzen plötzlich die Strenoceraten mit *St. subfurcatum* und die ersten Orthogarantianen mit *O. conjugata* und *O. densicostata* ein. Die Leptosphincten werden zahlreicher, während die Teloceraten im höheren Teil der *polygyralis*-Subzone von Bisingen nicht mehr vorkommen.

baculata-Subzone

Mit dem Erstauftreten von *Garantiana baculata* bzw. *G. baculata* subsp. wurde die Grenze zur darunterliegenden *polygyralis*-Subzone gezogen. Die *baculata*-Subzone zeichnet sich, ebenso wie am Plettenberg (Dietl, Flaig & Glück

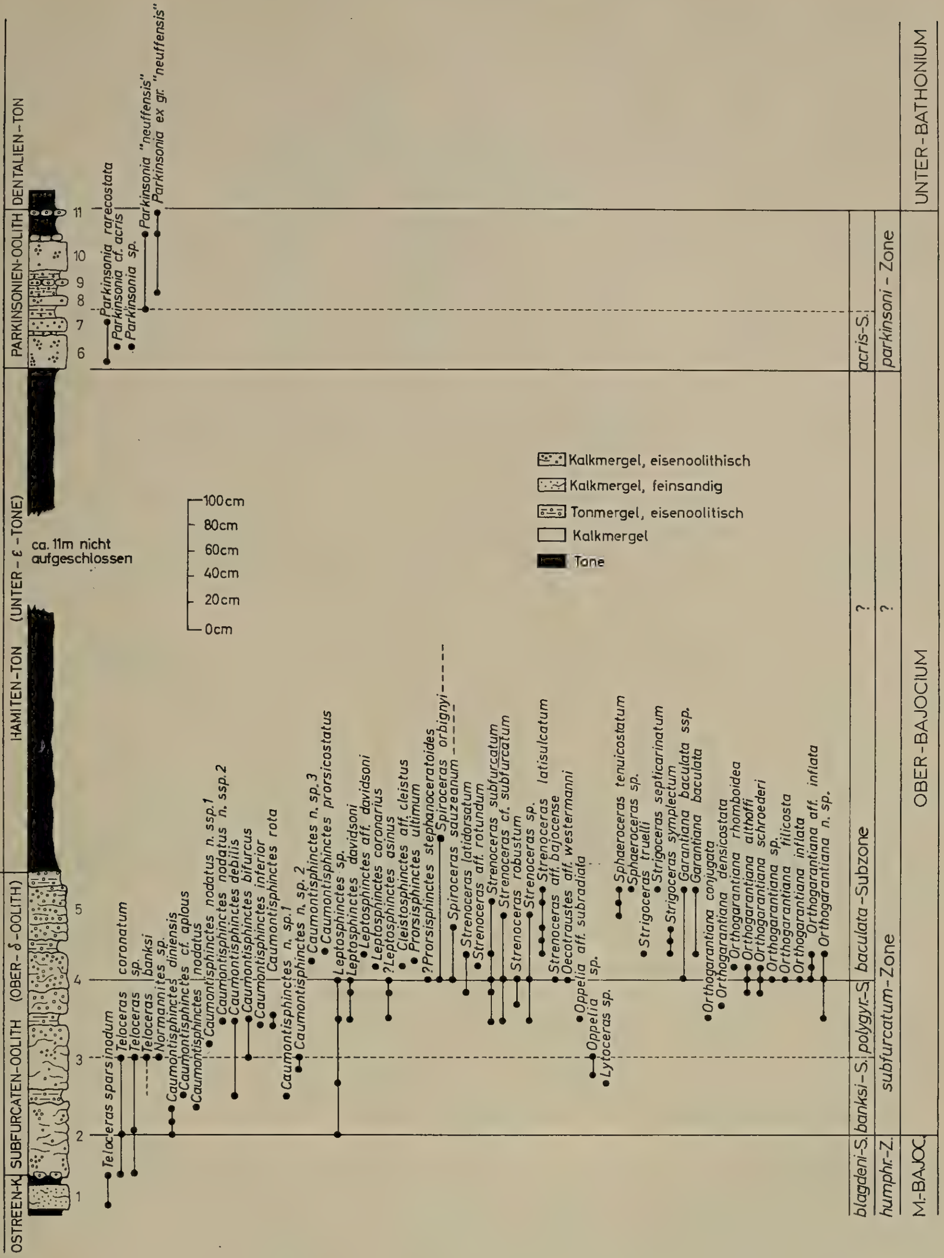


Abb. 2. Feinstratigraphie und Verbreitung der Ammoniten im Ober-Bajocium des Profils von Bisingen, Zollernalb (Württemberg).
Abkürzungen:
Ostreen-K. = Ostreen-Kalk
humphr.-Z. = *humphriesianum*-Zone
polygyr.-S. = *polygyralis*-Subzone
Schichten 1—11 = Bank- oder Schichtnummern

1978: 10), im Gebiet der Zollernalb durch großen Fossilreichtum, insbesondere an Strenoceraten und Orthogarantianen, aus. Aber auch seltenere Ammoniten-Arten, die teilweise in Württemberg noch nicht bekannt waren, konnten in diesem Niveau erstmals nachgewiesen werden. So fanden sich in der *baculata*-Subzone zahlreiche Perisphincten, z. B. Vertreter der Gattungen *Cleistosphinctes* und *Prorsisphinctes* sowie letzte Caumontisphincten. Letztere liegen in 2 Arten vor, von denen eine noch unbeschrieben ist, während die andere, *C. prorsicostatus*, von STURANI (1971) erstmals aus der gleichen Subzone der Venetianischen Alpen (Italien) bekannt gemacht wurde. Die Vertreter der Gattung *Prorsisphinctes* gehören anscheinend zu Formen, die KACHADZE & ZESAŠVILI (1956) erstmals von Georgien (UdSSR) beschrieben haben. *Sphaeroceras tenuicostatum*, eine ebenfalls von STURANI (1971: 143 u. Taf. 10, 24) aus den Venetianischen Alpen neu beschriebene Form, konnte im Subfurcaten-Oolith von Bisingen zum ersten Mal in Deutschland nachgewiesen werden. Bei den Grabungen gelang es außerdem, das genaue Fundniveau der Gattung *Strigoceras* (siehe Abb. 2) zu ermitteln.

Erstmals stellte QUENSTEDT (1886/87) diese Formen aus dem Süddeutschen Jura vor, konnte aber als Fundhorizont nur Braunjura δ mitteilen. Die Leptosphincten haben ebenfalls ihre Hauptverbreitung in der *baculata*-Subzone, setzen aber mit einigen Arten schon im höheren Teil der *polygyralis*-Subzone ein.

Nach Fertigstellung der Zeichnung zu Abb. 2 konnte im Profil von Bisingen noch *Leptosphinctes leptus* horizontiert geborgen werden. Das Fundniveau liegt 90 cm unterhalb der Oberkante des Subfurcaten-Ooliths, und damit im tieferen Teil der *baculata*-Subzone.

Die Gattungen *Strenoceras* und *Orthogarantiana* zeigen ihre größte Artenzahl ebenfalls in der *baculata*-Subzone (siehe in Abb. 2). Sie sind besonders häufig im tieferen Teil der *baculata*-Subzone, während das Indexfossil *Garantiana baculata* mit 2 verschiedenen Varietäten bis zum Top des Subfurcaten-Ooliths reicht und wahrscheinlich noch in den Hamiten-Ton hinaufgeht.

Wie von DIETL, FLAIG & GLÜCK (1978: Abb. 2) schon am Plettenberg beobachtet, überschneiden sich die Vorkommen der typischen Caumontisphincten der *polygyralis*-Subzone nicht mit denen der Garantianen der Art *G. baculata*. Zwischen der Verbreitung dieser beiden Formen bleibt also eine kleinere Lücke, die zur *polygyralis*-Subzone gestellt wurde, obwohl trotz der großen Ausbeute an horizontierten Ammoniten nie ganz auszuschließen ist, daß nicht doch eines Tages eine noch tiefere *G. baculata* gefunden wird.

Die *baculata*-Subzone dürfte im Profil Bisingen, wahrscheinlich auch in Streichen, noch bis in den Hamiten-Ton hinaufreichen, wenn auch hierin an Ammoniten nur Heteromorphe der Gattung *Spiroceras* gefunden wurden. Es ist aber kaum anzunehmen, daß bei der Ähnlichkeit der Schichtenausbildung und der ähnlichen Ammonitenfolge im Vergleich zu Eningen unter Achalm, wo die *baculata*-Subzone weit in den Hamiten-Ton hinaufreicht, die stratigraphischen Verhältnisse wesentlich verschieden sind. Genauere Untersuchungen, die aber bessere Aufschlußverhältnisse als die zur Zeit vorhandenen erfordern, sind notwendig, um Endgültiges über die Grenze *subfurcatum-/garantiana*-Zone, und damit die Obergrenze der *baculata*-Subzone, auszusagen.

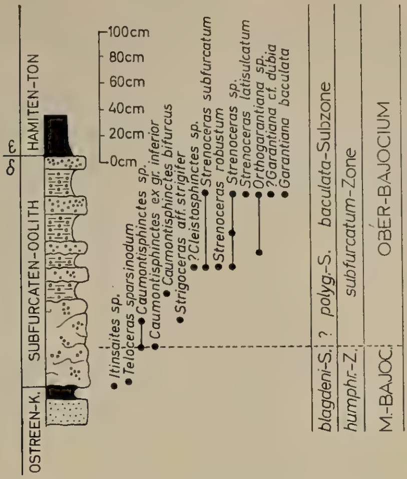

ε
δ
HAMITEN-TON
SUBFURCATEN-OOLITH
OSTREEN-K.
100cm
80cm
60cm
40cm
20cm
0cm
Itinsaites sp.
Teloceras sparsinodum
Caumontisphinctes sp.
Caumontisphinctes ex gr. inferior
Caumontisphinctes bifurcus
Strigoceras aff. strigifer
?Cleistosphinctes sp.
Strenoceras subfurcatum
Strenoceras robustum
Strenoceras sp.
Strenoceras latisulcatum
Orthogarantiana sp.
?Garantiana cf. dubia
Garantiana baculata
blagdeni-S.
?
polyg.-S.
baculata-Subzone
humphr.-Z.
subfurcatum-Zone
M.-BAJOC.
OBER-BAJOCIUM

Abb. 3. Feinstratigraphie und Verbreitung der Ammoniten im Subfurcaten-Oolith von Balingen-Streichen, Zollernalb (Württemberg).
Abkürzungen:
Ostreen-K. = Ostreen-Kalk
humphr.-Z. = *humphriesianum*-Zone
polyg.-S. = *polygyralis*-Subzone

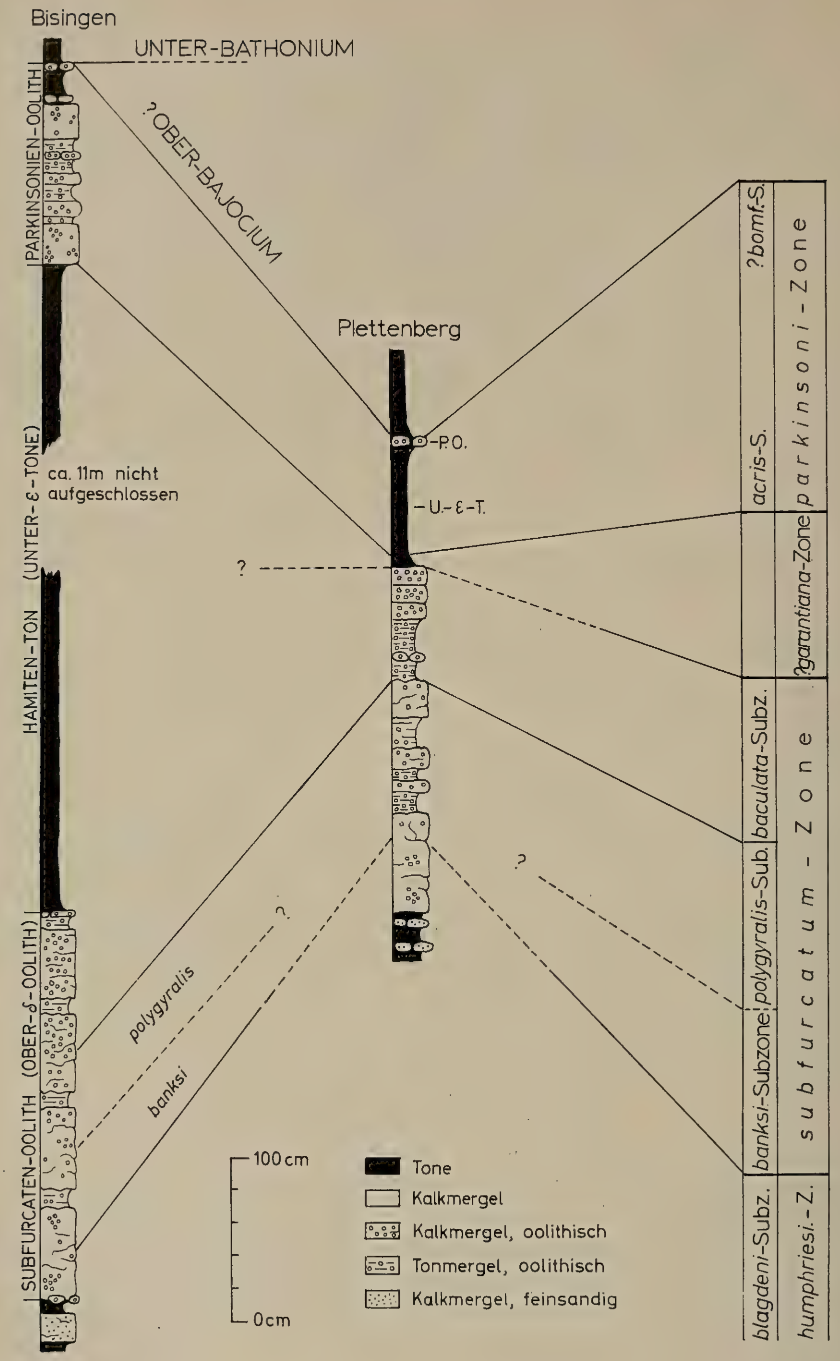
4.2. *garantiana*-Zone

Sie dürfte ähnlich wie im Profil Glems (Buck, Hahn & Schädel 1966: Abb. 6) bei Bisingen im mittleren oder höheren Teil des Hamiten-Tons (= Unter-ε-Tone) liegen. Bei den Grabungen in Bisingen fanden sich aber in diesen schlecht aufgeschlossenen tonigen Schichten, obwohl sie an verschiedenen Stellen kleinflächig aufgeschürft wurden, keine charakteristischen Ammoniten (siehe auch schon im Abschnitt „*baculata*-Subzone“).

4.3. *parkinsoni*-Zone

acris-Subzone

Nur die Basis-Subzone der *parkinsoni*-Zone, die *acris*-Subzone, ist in Bisingen nachweisbar, und zwar mit dem Vorkommen von *Parkinsonia rarecostata* und *P.* cf. *acris.* Sie treten nur im tieferen Teil des Parkinsonien-Ooliths von Bisingen auf (Abb. 2). Da in dem obersten Meter des Hamiten-Tons trotz Nachgrabens keine Ammoniten gefunden wurden, dürfte mit den oben genannten Parkinsonien die *parkinsoni*-Zone etwa an der Basis des Parkinsonien-Ooliths einsetzen. Im Profil am Plettenberg treten dagegen diese Parkinsonien schon in der tonigen Fazies unterhalb des Parkinsonien-Ooliths auf (siehe Dietl, Flaig & Glück 1978: Abb. 2 sowie Abb. 4 u. S. 6 vorliegender Arbeit). Im höheren Teil des Parkinsonien-Ooliths von Bisingen fanden sich ausschließlich Parkinsonien der großwüchsigen Art *P.* „*neuffensis*“. Sie kommen in Bisingen nicht nur wie


Bisingen
UNTER-BATHONIUM
?OBER-BAJOCIUM
PARKINSONIEN-OOLITH
(UNTER-ε-TONE)
ca. 11m nicht aufgeschlossen
HAMITEN-TON
SUBFURCATEN-OOLITH (OBER-δ-OOLITH)
Plettenberg
-P.O.
-U.-ε-T.
?
polygyralis
banksi
?
?
?bomf.-S.
acris-S.
parkinsoni-Zone
?garantiana-Zone
baculata-Subz.
polygyralis-Sub.
banksi-Subzone
subfurcatum-Zone
blagdeni-Subz.
humphriesi.-Z.
100 cm
0 cm
Tone
Kalkmergel
Kalkmergel, oolithisch
Tonmergel, oolithisch
Kalkmergel, feinsandig

in anderen Profilen, so z. B. am Plettenberg, auf der Dachbank des Parkinsonien-Ooliths vor, sondern treten auch schon tiefer, ab Schicht 8 (Abb. 2), auf. Über dem Parkinsonien-Oolith setzt mit dem Dentalien-Ton bei Bisingen anscheinend unmittelbar das Bathonium ein. Der Fund eines Oxyceriten bei Bisingen nur wenig über dem Parkinsonien-Oolith bestätigt diese Ansicht.

Das Bathonium wurde von HAHN in anderen Aufschlüssen ausführlich untersucht und in mehreren Abhandlungen beschrieben. Es wurde deshalb nicht in die vorliegende Untersuchung einbezogen.

5. Literatur

BUCK, E., HAHN, W. & SCHÄDEL, K. (1966): Zur Stratigraphie des Bajocium und Bathonium (Dogger δ/ε) der Schwäbischen Alb. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., 8, 23—46, 2 Abb., Taf. 4—9; Freiburg i. Br.

BUCKMAN, S. S. (1909—1930): Yorkshire Type Ammonites. 7 Bde., 790 Taf.; London (Wesley & Son).

DIETL, G. (1977): The Braunjura (Brown Jurassic) in Southwest Germany. — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **25**, 41 S., 14 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Stuttgart.

— (1978): Die heteromorphen Ammoniten des Dogger (Stratigraphie, Taxonomie, Phylogenie, Ökologie). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **33**, 97 S., 20 Abb., 11 Taf.; Stuttgart. — [1978a].

— (1978): Zur Braunjura γ/δ-Grenze (Unter-Bajocium) im Westteil der Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **36**, 15 S., 4 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Stuttgart. — [1978b].

DIETL, G., FLAIG, R. & GLÜCK, E. (1978): Zur Stratigraphie des Ober-Bajocium (Braunjura δ/ε-Grenzschichten) am Plettenberg bei Balingen, Württemberg. — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **40**, 16 S., 5 Abb.; Stuttgart.

FRANK, M. (1939): Fazies und Bildung des Braunen Jura ε im Bereich der Schwäbischen Alb. — Mitt. geol.-miner. Inst. TH Stuttgart, **42**, 367—414, 5 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

HAHN, W. (1975): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 7620 Jungingen. 89 S., 17 Abb., 5 Taf.; Stuttgart.

KACHADZE, I. R. & ZESAŠVILI, V. I. (1956): Bajosskaja fauna dolin r. Kubani i nekotorych ee pritokov. [Fauna des Bajocium aus den Tälern des Kuban und einiger seiner Nebenflüsse]. — Trudy geol. Inst. A. N. Georg. S. S. R., Ser, Geol., **9/14/2**, 5—55, Taf. 1—8; Tiflis. — [Russisch].

PARSONS, C. F. (1976): A stratigraphic revision of the *humphriesianum/subfurcatum* Zone rocks (Bajocian Stage, Middle Jurassic) of Southern England. — Newsl. Stratigr., **5/2/3**, 114—142, 5 Abb., 3 Tab.; Berlin & Stuttgart.

PAVIA, G. (1969): Nouvelles données sur le Bajocien de Digne (Basses-Alpes). Coéxistence de *Normannites, Itinsaites, Stemmatoceras, Teloceras* avec les premiers représentants de la superfamille Perisphinctaceae à la base de la zone à *subfurcatum*. — Boll. Soc. Geol. Ital., **88** (1969), 445—451, 4 Abb.; Modena.

— (1973): Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses-Alpes). — Boll. Soc. Paleont. Italiana, **10** (1971), 75—142, 8 Abb., 29 Taf.; Modena.

PAVIA, G. & STURANI, C. (1968): Étude biostratigraphique du Bajocien des Chaîne Subalpines aux environs de Digne (Basses-Alpes). — Boll. Soc. geol. Ital., **87**, 305—316, 3 Abb.; Modena.

Abb. 4. Vergleich der Zonen- und Subzonenfolge zwischen den Profilen Bisingen, Zollernalb (eigene Aufnahme 1978) und Plettenberg bei Balingen, SW-Alb (DIETL, FLAIG & GLÜCK 1978: Abb. 2).

Abkürzungen:
U.-ε-T. = Unter-ε-Tone
P.O. = Parkinsonien-Oolith
bomf.-S. = *bomfordi*-Subzone

QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Würtembergs. 1. Aufl., 558 S.; Tübingen (H. Laupp).
— (1856—58): Der Jura. 842 S., 3 Tab., 100 Taf.; Tübingen (H. Laupp).
— (1886—87): Die Ammoniten des schwäbischen Jura. II. Der Braune Jura. 441—815, Taf. 55—90; Stuttgart (E. Schweizerbart).
RIEBER, A. (1922): Die neuen Braunjura-Aufschlüsse bei Zillhausen im Vergleich mit den Nachbargebieten. — Diss. Univ. Tübingen. — [Mskr.].
STURANI, C. (1971): Ammonites and stratigraphy of the „*Posidonia alpina*" beds of the Venetian Alps. (Middle Jurassic, mainly Bajocian). — Mem. Istit. Geol. Min. Univ. Padova, 28, 190 S., 16 Taf., 46 Abb.; Padova.
WEISERT, K. (1932): *Stephanoceras* im Schwäbischen Braunen Jura delta. — Palaeontographica, A, 76, 121—191. 44 Abb., 10 Tab., Taf. 15—19; Stuttgart.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Gerd Dietl, Staatliches Museum für Naturkunde, Arsenalplatz 3, D-7140 Ludwigsburg
Forstamtsrat Rolf Hugger, Auf Lauen 2, D-7470 Albstadt-Onstmettingen

7

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom
Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 44 Stuttgart 1979

Über den Jura am Großen Haßberg (Unterfranken, N-Bayern) mit Bemerkungen zum Rät

Von Gert Bloos, Ludwigsburg

Mit 3 Tafeln und 8 Abbildungen

Zusammenfassung

Eine um 50 m mächtige Schichtfolge von Hettangium und tieferem Sinemurium (Psiloceraten-, Schlotheimien- und Arietitenschichten) wird beschrieben und auf ihre Ammonitenfauna eingegangen. Die Fazies des Hettangiums (Tonstein mit Horizonten feinkörnigen Sandsteins) setzt sich ununterbrochen in das Untersinemurium fort; der Umschlag in die Kalksteinfazies erfolgt erst im höheren Untersinemurium. Die Schichten stehen in ihrer Ausbildung und Ammonitenfolge dem Schwarzen Jura α in Mittelwürttemberg besonders nahe, ein Hinweis auf ähnliche paläogeographische Situation. Erstmals wird in Franken die Grenze Psiloceraten-/Schlotheimienschichten auf Grund von Ammonitenfunden genau erfaßt.

Auf das Rät wird kurz eingegangen. Bemerkenswert ist das Auftreten von Wurzelhorizonten unterhalb der *contorta*-Schichten.

Summary

In the „Grosser Hassberg“ mountains, a graben area in northern Bavaria, there occur relics of Lower Lias (Hettangian and Lower Sinemurian) in protected position. The thickness amounts to about 50 m, the by far highest in Franconia. The facies of the Hettangian, clay with intercalated horizons of fine-grained sandstone, persists into the lowermost part of the Sinemurian (*conybeary* and ?*rotiforme* Subzones), whereas the highest part of the sequence is made up of sandy limestone and marl.

By ammonites there could be recognized the *hagenowi*, the *schroederi*, the *costatum* (= *laqueus*), and the *complanata* Subzones in the Hettangian; the *angersbachense* Subzone is uncertain, the *amblygonia* and the *germanica* Subzones of Lange are lacking. In the Sinemurian two horizons provided ammonites; they represent the lower and the higher part, respectively, of the Lower Sinemurian.

There is a close relation in facies and ammonite sequence to the central parts of Suabia. The question of the major subdivision of the Hettangian is discussed. There is shown a faunal break at the top of the Liasicus Zone in NW- and S-Germany.

From the Rhetian are mentioned beds with rootlets below the *contorta* beds. This and other indicators (marks and borrows) point to a littoral rather than to a marine environment in early Rhetian times.

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 44 Stuttgart, 1. 5. 1979

Inhalt

1. Einleitung 2
2. Geographische und tektonische Situation 3
   2.1. Übersicht 3
   2.2. Lage der Profile mit Bemerkungen zur Tektonik 4
3. Schichtfolge 6
   3.1. Übersicht 6
   3.2. Einzelgliederung mit Biostratigraphie und Vergleich mit Nachbargebieten 7
4. Fazies und Paläogeographie 18
   4.1. Faziesänderungen von W nach E 18
   4.2. Faziesänderungen von N nach S 21
5. Ammonitenfauna 22
6. Nachsatz zur Gliederung des Hettangiums 36
7. Bemerkungen zum Rät am Großen Haßberg 40
8. Literatur 45
Tafeln 48

1. Einleitung

Die schlecht aufgeschlossenen Jurarelikte in den nordwestlichen Haßbergen (Lage s. Abb. 1) sind bis heute nur sehr unzureichend bekannt. Sie wurden erst spät entdeckt (Thürach 1889: 77). Lange Zeit waren die Reste auf dem Hochplateau des Großen Haßbergs das einzige bekannte Jura-Vorkommen der Gegend. Zunächst wurde nur der feinkörnige Sandstein, der die Schichten dort nach oben abschließt, auf Grund seiner Fauna dem Lias zugerechnet (Thürach 1889; Gümbel 1891; Krumbeck 1939; Ziegler 1964); Rutte (1957) machte erstmals die Zugehörigkeit der unterlagernden Schiefertone („Töpfertone") zum Lias wahrscheinlich.

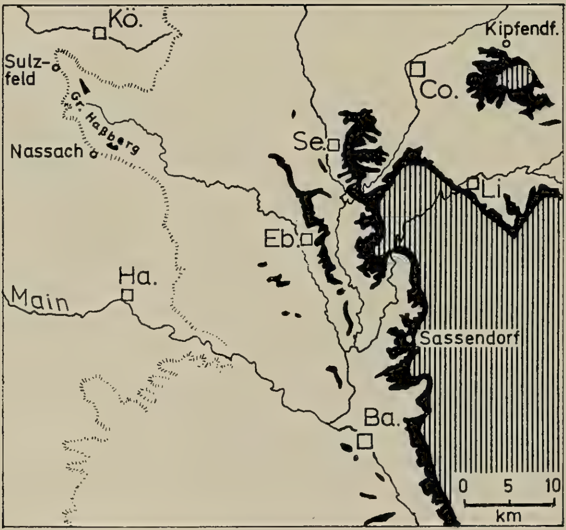


Abb. 1. Verbreitung des untersten Jura im nördlichen Franken. Schwarz: Ausstrich. Senkrecht schraffiert: unter jüngerer Bedeckung. Lage des Arbeitsgebiets im NW, bei Sulzfeld und Nassach. Der Westrand des Keuperberglands ist angedeutet. — Abkürzungen: Ba. Bamberg, Co. Coburg, Eb. Ebern, Ha. Haßfurt, Kö. Königshofen, Li. Lichtenfels, Se. Seßlach.

Erst WELZEL (1964) fand ein weiteres und, wie sich jetzt zeigte, stratigraphisch wesentlich umfangreicheres Vorkommen am nordwestlichen Ausläufer des Großen Haßbergs, am Großen Breitenberg bei Sulzfeld im Grabfeld. Dort konnte WELZEL erstmals in dem Gebiet die grobsandige Sohlbank des marinen Lias nachweisen, die vorher nur in Oberfranken bekannt war. Durch den Fund dreier unbestimmbarer Reste von Schlotheimien konnte er auch das höhere Hettangium belegen.

Der Jura der nordwestlichen Haßberge ist das am weitesten gegen das Beckeninnere vorgeschobene Vorkommen Frankens und das der Hessischen Straße und Thüringen nächstgelegene Süddeutschlands. Er bildet daher einen wichtigen Verknüpfungspunkt zwischen Nordwest- und Süddeutschland im Unteren Lias.

Die vorliegende Untersuchung galt in erster Linie der Stratigraphie und Fazies der Schichten. Eine Kartierung erfolgte nicht; sie wird von anderer Seite durchgeführt. Auch die Tektonik wurde nicht eingehend untersucht; einzelne Beobachtungen werden bei Besprechung der Profile mitgeteilt.

Dank

Für Hinweise und andere Unterstützung danke ich den Herren Prof. Dr. F. Birzer, Erlangen, Dr. P. Cramer, München, Dr. G. Dietl, Ludwigsburg, Landrat Dr. Grünewald, Bad Neustadt an der Saale, Dr. F. Leitz, Redwitz, Prof. Dr. E. Rutte, Würzburg, Prof. Dr. B. Schröder, Bochum, Dr. M. Urlichs, Ludwigsburg, und Prof. Dr. A. Zeiss, Erlangen.

Zur Bestimmung der Ammonitenfauna stellten folgende Sammlungen Vergleichsstücke zur Verfügung: Geologische Bundesanstalt, Wien (Dr. F. Lobitzer), Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover (Dr. R. Jordan und Dr. U. Staesche), Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Göttingen (Dr. S. Ritzkowski), Naturkundemuseum Bielefeld (Dr. M. Büchner), Kreisheimat- und Tabakmuseum Bünde (Dr. E. Pannkoke). Allen genannten Herren sei auch an dieser Stelle herzlich gedankt. Dank gilt nicht zuletzt auch Herrn H. Lumpe, Ludwigsburg, für die sorgfältige Ausführung der Photoarbeiten.

2. Geographische und tektonische Situation

2.1. Übersicht

Der nordwestliche Ausläufer der Haßberge wird überwiegend von höherem Mittelkeuper aufgebaut, der, beeinflußt durch ein hier durchziehendes, herzynisch streichendes Grabensystem, in der umgebenden Gipskeuper-Landschaft erhalten geblieben ist. Besonders tief ist der südwestliche Randstreifen abgesenkt. Hier hat sich ein Plateau aus Sandsteinen des Räts mit aufgesetzten Lias-Resten erhalten, das sich von Eichelsdorf bei Hofheim bis gegen Sulzfeld i. Gr. hinzieht und als „Großer Haßberg“ bekannt ist. In Reliefumkehr bildet dieser Höhenzug den höchsten Teil des dortigen Berglands.

Wesentlich vollständiger als auf diesem Plateau ist der Untere Lias in einem tiefen Spezialgraben am Großen Breitenberg bei Sulzfeld i. Gr. erhalten. Im Bereich der überwiegend tonigen Lias-Gesteine der Grabenfüllung verläuft heute das Raubachtal, die Störungslinien, soweit erkennbar, spitzwinklig schneidend.

Bauarbeiten in den letzten Jahren haben hier bei Sulzfeld den anstehenden Lias an mehreren Stellen hervorragend erschlossen. Zum einen wurden entlang des Weges vom Johanneshof zum Großen Breitenberg (s. Abb. 2) eine Wasserleitung und ein Hochbehälter gebaut; der spätere Ausbau dieses Fahrwegs brachte zusätzliche Aufschlüsse, die überwiegend heute noch zugänglich sind. Hier hatte schon zuvor WELZEL (1964) sein Profil aufgenommen. Zum andern brachte der Bau der Straße Sulzfeld—Althausen im Raubachtal Jura-Schichten zutage, die vorher fast vollständig von Rätsandstein-Schutt verhüllt gewesen waren (weshalb WELZEL dort Rät kartiert hat).

Auf dem Hochplateau des Großen Haßbergs hingegen haben sich die Aufschlußverhältnisse nicht verbessert. Beim Bau des Gittermasts auf der Nassacher Höhe (um 510 m NN) dürfte ein kleinerer Aufschluß entstanden sein, von dem aber keine Aufnahme vorliegt. Aus Sandsteinstücken des Aushubs konnte jetzt noch eine Anzahl von Ammoniten gewonnen werden, die einen Vergleich mit der Schichtfolge bei Sulzfeld ermöglichen.

2.2. Lage der Profile mit Bemerkungen zur Tektonik

Die aufgenommenen 8 Profile liegen sämtlich auf der Topographischen Karte 1:25 000 Nr. 5728 Oberlauringen. Ergänzend sei bemerkt, daß die Lias-Inseln des Haßberg-Plateaus bei Birnfeld und Nassach größtenteils auf dem benachbarten Blatt 5828 Stadtlauringen gelegen sind. Die Lokalisierung der Profile war nur ungefähr möglich, da das Blatt Oberlauringen im Arbeitsgebiet ungenau und z. T. fehlerhaft ist; deshalb können auch keine genauen Koordinaten angegeben werden. Die ungefähre Lage ist auf Abb. 2 verzeichnet. Mangels einer hinreichend genauen Lageskizze wird nachstehend eine kurze Lagebeschreibung gegeben.

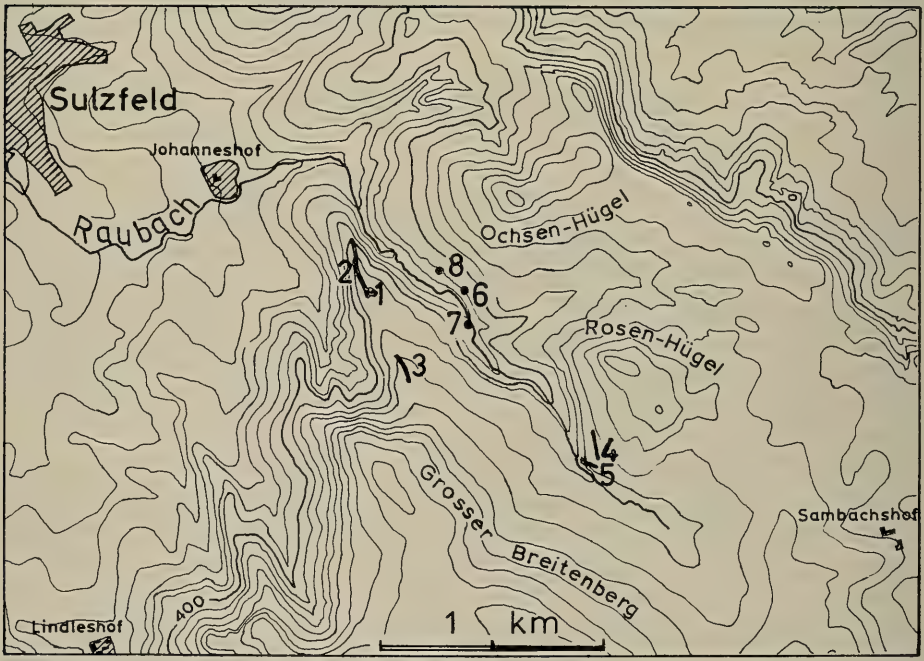


Abb. 2. Lageskizze der Jura-Profile am NW-Ende des Großen Haßbergs bei Sulzfeld i. Gr. Geländedarstellung in 10-m-Höhenlinien. Numerierung der Profile wie in Abb. 3.

Probil 1 war in der Baugrube des Wasserhochbehälters erschlossen; dieser liegt auf einer kleinen Kuppe am Weg zum Großen Breitenberg (Höhe etwas über 420 m NN).

Profil 2 beginnt am Weg zu dem Hochbehälter bei der Absperrschranke wenig oberhalb der Ferienhaussiedlung (bei ca. 400 m NN); hier streicht die grobkörnige Sohlbank des marinen Lias aus. Das Profil zieht sich ununterbrochen an der Wegböschung hinauf bis zum Hochbehälter, wo sich entlang des Zauns Profil 1 wiederholt. Die Schichten liegen im unteren Teil des Profils nur wenig geneigt. Nach einer Störung im Grenzbereich Psiloceraten-/Schlotheimienschichten verstärkt sich das Schichtfallen nach SSE; in der Baugrube des Hochbehälters betrug es 15°. Das Profil wird noch von mehreren Störungen geringer Sprunghöhe gequert. Daß Tektonik die Profilaufnahme nicht stark verfälscht hat, zeigt die Übereinstimmung mit den Profilen 3, 4 und 6.

Kurz nach dem Wasserbehälter senkt sich der Fahrweg wieder ein kurzes Stück. Hier verläuft eine Störung, jenseits derer sich die Schichtfolge wiederholt. Die Schichten dieser südwestlichen Randstaffel des Grabens sind jedoch nur im höheren Teil erschlossen, wo der Weg ins Gelände einschneidet (Profil 3); die Tone des tieferen Teils machen sich lediglich durch Staunässe im Gelände bemerkbar. Der erwähnte Wegeinschnitt endet bei der großen Wegegabelung am eigentlichen Anstieg zum Großen Breitenberg. Die Schichten des Profils 3 fallen mit durchschnittlich 11° nach S ein.

Von der erwähnten Wegegabelung begleiten den nach links ins Raubachtal abzweigenden Weg graue Tone an der Wegböschung, die auf Grund eingelagerter Toneisensteinkonkretionen (s. u.) den Psiloceratenschichten angehören. Hier liegt offenbar eine weitere, sehr schmale Randscholle vor. Ein Profil ließ sich nicht aufnehmen. An diese Scholle schließt sich der nur wenig gestörte Keuper des Großen Breitenbergs an; der etwas schräg gestellte Feuerletten ist entlang des nach rechts (W) abzweigenden Weges sehr schön erschlossen (bemerkenswert darin eine brecciöse Kalkbank).

An der Straße von Sulzfeld nach Althausen liegt im SSW des Ochsenhügels ein Anschnitt, an dem das Profil 6 aufgenommen wurde. Die Schichten lagen im oberen Teil des Anschnitts nahezu söhlig, im unteren dagegen bogen sie flexurartig steil zur Straße hin (nach SW) ab.

Vor Beginn von Profil 6 (im NW des Anschnitts) zweigt ein neuer Fahrweg zum Ochsenhügel ab. In der Wegbiegung unmittelbar an der Abzweigung ist im hangseitigen Graben die Sohlbank mit den Tonen dicht darüber und darunter aufgeschlossen (Profil 8). Die schräggestellte Bank wiederholt sich dort, tektonisch bedingt, dreimal dicht hintereinander.

Am SE-Ende des Straßenanschnitts von Profil 6 zweigt nach SW ein breiter, neuer Fahrweg ab, der sich nach Überquerung des Raubachs gabelt. Direkt unterhalb des Übergangs wurde das Profil 7 aufgenommen, das beim Bau eben dieses Übergangs entstanden war. Wenige Meter bachab ist es als Anriß heute z. T. noch zu sehen. An der Wegegabelung und weiter entlang beider Wege stehen die darüber folgenden Tone der Psiloceratenschichten mit Toneisensteinkonkretionen an.

Die Profile 6—8 liegen auf der tiefsten Scholle des Grabens im Raubachtal (Absenkung gegenüber dem Haßberg-Plateau bis ca. 130 m). Kurz nach Profil 6 quert eine Störung das Tal in spitzem Winkel, nach der das tiefere Rät in einem langgezogenen Aufschluß entlang der Straße nach Althausen ansteht. Die Schichten fallen dort mit ca. 10° nach S ein, so daß im Verlauf der Straße immer jüngere Schichten erscheinen. Das höhere Rät und tiefere Hettangium waren auf dieser Randscholle der nordöstlichen Grabenflanke nicht gut aufgeschlossen. Erst höher, am SW-Fuß des Rosenhügels, konnte ein Profil aufgenommen werden (Profil 4), das durch das Auftreten von Arietenkalk besonders bemerkenswert ist.

Der Straßenanschnitt von Profil 4 endet kurz vor einer Biegung der Straße von S nach SE. Dort endet der Hochwald, und ein Fahrweg zweigt nach rechts (W) ab, der zu einem etwa 100 m von der Straße entfernten Stauweiher hinabführt. An der Böschung dieses Weges ist der tiefere Teil des Arietenkalks mit dem Anschluß an die unterlagernde Feinsandstein-Fazies nochmals erschlossen (Profil 5).

3. Schichtfolge

Nachstehend wird die Schichtenfolge ab der Lias-Sohlbank beschrieben. Auf die unterlagernden Schichten, die wahrscheinlich ganz zum Keuper gehören, wird im Schlußkapitel kurz eingegangen.

3.1. Übersicht

Die Schichtfolge des Unteren Lias ist in ca. 50 m Mächtigkeit erhalten. Sie reicht bis in die höheren Arietitenschichten mit *Arnioceras oppeli* GUERIN-FRANIATTE [= *geometricum* (OPPEL)]. Der untere Teil dieser Folge ist schon von WELZEL (1964) aufgenommen worden, allerdings sehr generell und ohne genauere biostratigraphische Gliederung. Die Aufnahme war jetzt auf Grund guter Aufschlußverhältnisse sehr detailliert möglich. Auch wurden erstmals Ammoniten in größerer Zahl gefunden, mit denen sich eine Anzahl von Subzonen nachweisen ließ. U. a. konnte erstmals in Franken die Grenze Psiloceraten-/Schlotheimienschichten genau festgelegt werden.

Die Psiloceratenschichten sind um 16 m mächtig. Sie bestehen zum größten Teil aus Tonstein; geringmächtige Sandsteineinschaltungen findet man nur im untersten und obersten Teil. Charakteristisch sind die Horizonte gelber bis brauner, eisenreicher Karbonatkonkretionen (Toneisensteinkonkretionen), vor allem im mittleren Teil. Ammoniten fanden sich nur in den oberen 2 m der Schichtfolge. Hierin sind die *hagenowi-*, die *schroederi-* und die *costatum*-Subzone der nordwestdeutschen Gliederung durch Ammoniten vertreten. Die Anhaltspunkte für die *angersbachense*-Subzone waren nicht hinreichend.

Die Grenze Psiloceraten-/Schlotheimienschichten bildet — ähnlich wie in Württemberg die Oolithenbank — ein Aufarbeitungshorizont, in dem aufgearbeitete Psiloceraten der *costatum*-Subzone neben Schlotheimien der *complanata*-Subzone auftreten. Ammoniten der in NW-Deutschland dazwischen liegenden *amblygonia-* und *germanica*-Subzone W. LANGES fehlen hier ebenso wie anderswo in Süddeutschland.

Die Grenze Schlotheimien-/Arietitenschichten ließ sich nicht festlegen. Sie ist hier — im Gegensatz zu Oberfranken — nicht durch einen lithologischen Wechsel markiert. Vielmehr setzt sich die Fazies der feinkörnigen, gelben und grünlichen Sandsteine („Angulatensandstein“) ununterbrochen in das tiefere Untersinemurium fort. Die Mächtigkeit dieser tonig-feinsandigen Schichten ab der Basis der Schlotheimienschichten beträgt ca. 28 m. Davon führen die unteren 15 m Schlotheimien. Arietitiden fanden sich 3 m unter der Obergrenze. Genauer einstufen ließen sich nur die unteren 6 m, sie führen Ammoniten der *complanata*-Subzone. Der höhere Abschnitt bis zum Beginn des Sinemuriums entspricht wahrscheinlich den Schichten mit *Schlotheimia depressa* in Württemberg.

Die aufgeschlossene Schichtfolge bei Sulzfeld wird nach oben abgeschlossen durch ca. 4 m schwach feinsandige Kalke und Mergel („Arietenkalk"), die die höheren Arietitenschichten repräsentieren.

3.2. Einzelgliederung mit Biostratigraphie und Vergleich mit Nachbargebieten

Sohlbank (Profile 2 u. 8)

Der Lias beginnt mit einer schalenreichen, mittel- bis grobkörnigen Sandsteinbank von 7—10 cm Mächtigkeit. Die Bank zeigt eine korngrößenmäßige wie texturelle Gradierung. Der untere Teil ist grobkönig, er enthält viel Bruchschill in Brauneisenerhaltung. Er ist löchrig („luckig") durch herausgelöste Kalkkomponenten. Das Sediment liegt primär geschichtet vor.

Im oberen Teil der Bank überwiegt mittelkörniger Sand, grobe Körner treten nur noch einzeln oder in Nestern auf. Nach oben erscheinen zunehmend tonige Schlieren. Wühlentschichtung hat hier die primären Sedimenttexturen verwischt. Neben feinem Bruchschill enthält dieser Bankteil größere Reste von Muscheln, in erster Linie Cardinien und Liostreen, ebenfalls in limonitischer, ziemlich schlechter Erhaltung. Die Fossilreste waren wohl stark von frühdiagenetischem Pyrit und Markasit durchsetzt. Bei der rezenten Verwitterung wurde der Kalk herausgelöst und Limonitmulm blieb im Lösungshohlraum zurück.

An der Parallelisierung der Bank mit der vergleichbar ausgebildeten „Sohlbank" des Coburger Gebiets kann wohl kaum ein Zweifel bestehen, wie schon Welzel (1964: 35) schreibt (s. auch Schröder & Welzel 1966). Da die Bank in der Coburger Gegend verschiedentlich *Psiloceras psilonotum* geliefert hat (vgl. z. B. Krumbeck 1939: 49 u. 56; Lange 1939: 464—465), dürfte die Bank hier entsprechendes Alter haben. Auch weiter im NW, bei Angersbach, wie auch im N bei Gotha beginnt der Lias mit *Psiloceras psilonotum* (Jüngst 1928 bzw. Putzer 1938b u. Lange 1939). Der direkte Nachweis bei Sulzfeld steht damit aber trotzdem noch aus.

In Württemberg entspricht der Bank als Basalhorizont des Lias die Psilonotenbank. Diese enthält allerdings auch noch die gesamte *johnstoni*-Subzone (= *torus*-Zone sensu Lange). Sie ist weithin grobsandig ausgebildet, so auch in den Löwensteiner Bergen, die von den westlichen württembergischen Vorkommen Unterfranken am nächsten liegen.

Auf dem Hochplateau des Großen Haßbergs wurde die Bank, wohl wegen fehlender Aufschlüsse, noch nicht anstehend gefunden. Welzel (1964: 34) erwähnt Lesestücke am Nordrand der Birnfelder Lias-Insel.

Über die Schichten unmittelbar unter der Sohlbank s. S. 42—43.

Ton und Sandsteinhorizont 1 (Profile 2 u. 7)

Über der Sohlbank folgen zunächst 2 m Tonstein. In dessen unterem Drittel sind zahlreiche flache, grünliche, gelb verwitternde, wenig feste Konkretionen eingelagert, die Muscheln führen, vor allem Modiolus (Profile 2 und 8). Ammonitenfunde wurden darin nicht gemacht; sie scheinen aber durchaus möglich, da ähnliche Konkretionen höher im Profil Ammoniten enthielten.

Der Sandsteinhorizont 1 bildet am Weg zum Wasserbehälter (Profil 2) eine kleine Verebnung (neuer Rastplatz); er wird dort durch geringfügige Störungen zerschnitten. Im Profil 2 (Übergang über den Raubach) ist er deutlich mächtiger. Er beginnt in beiden Profilen mit einer grauen, gelb verwitternden, feingeschichteten Kalksandsteinbank (feingeschichtete Sandsteine sind bei Sulzfeld sonst durchweg entkalkt; vgl. hierzu Bloos 1976: 128). Er schließt oben ab mit einer wühlentschichteten, grünlichen bis dunkelbraunen, tonigen, brockig zerfallenden Sandsteinbank mit tonigen Schlieren und gelben Fossilresten (limoniterfüllte Lösungshohlräume). Das Gestein dieser abschließenden Bank ist von „Fukoiden" *(Chondrites)* dicht durchsetzt, andere Wühlgefüge treten demgegenüber zurück. Ammoniten fanden sich nicht, obwohl völlig gleichartige Bänke höher im Profil z. T. reichliche Fauna geliefert haben. Nesterweise Anreicherung von Ammoniten wie in diesen höheren Bänken ist auch in vorliegender Bank durchaus zu erwarten.

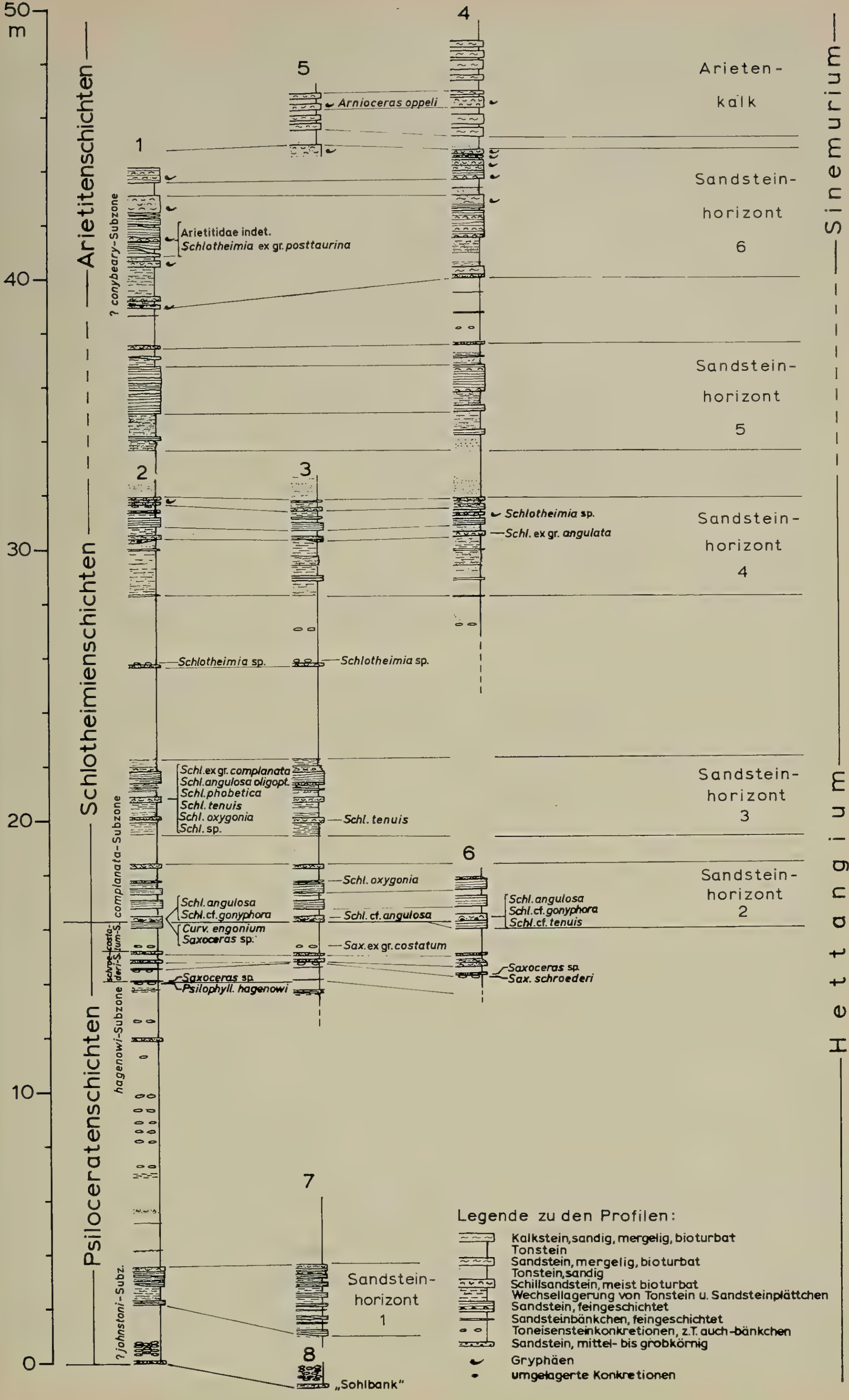
Welzel (1964: 35 u. 38) betrachtete den Sandsteinhorizont 1 als Beginn der Angulatenschichten und parallelisierte ihn mit der „Unterbank" im Coburger Gebiet, einem Sandsteinhorizont, der dort 3-4 m über der Sohlbank auftritt und ebenfalls als Beginn der „Angulatenschichten" gilt. Die Verknüpfung ist nicht unwahrscheinlich, wenn auch Beispiele in Württemberg zeigen, daß Sandsteinhorizonte nur in Einzelfällen über 50 km in E-W-Richtung durchhalten. Die biostratigraphische Einstufung dagegen ist am Großen Haßberg so wenig zu bestätigen wie in der Coburger Gegend. Bei Sulzfeld liegt die Untergrenze der Schlotheimienschichten fast 13 m höher (s. u.); bei Coburg (Kipfendorf) hat die „Unterbank" eine ziemlich reiche Fauna der *johnstoni*-Subzone geliefert (Lange 1939; Zeiss 1976). Dagegen wurde noch nie ein gesicherter Fund einer *Schlotheimia* aus dem Sandstein bekannt. Auch an anderen Lokalitäten Oberfrankens kamen jetzt Psiloceraten (eig. Aufsammlung) zutage, u. a. *Caloceras johnstoni hercynum*, die zeigen, daß die „Unterbank" in Wirklichkeit durchgehend in die *johnstoni*-Subzone einzustufen ist. Diesem Niveau dürfte damit auch der Sandsteinhorizont 1 am Großen Haßberg angehören.

Schichten zwischen Sandsteinhorizont 1 und 2 (Profile 2, 3 u. 6)

Über dem Sandsteinhorizont 1 folgen ca. 12,5 m Tonstein, der am Weg zum Wasserbehälter (Profil 2) in einem tiefen Einschnitt zwischen der ersten und der zweiten Verebnung aufgeschlossen ist. In dem Einschnitt verlaufen zwei Störungen von geringer Sprunghöhe. Die eine quert den Weg ca. 75 m von der Absperrschranke entfernt (Streichen ca. 60°, Abschiebung nach SE), die andere verläuft etwa senkrecht dazu über die bergseitige Böschung.

Die unteren 10,5 m dieser Tone enthalten Lagen von Toneisensteinkonkretionen, aber fast keine sandigen Einschaltungen. Erwähnenswert ist lediglich eine

Abb. 3. Profile des untersten Lias bei Sulzfeld i. Gr. Lage der Profile s. Abb. 2 u. Text S. 5—6.


50 m
40
30
20
10
0
Arietitenschichten
Schlotheimienschichten
Psiloceratenschichten
? conybeary-Subzone
complanata-Subzone
schroe-deri-S.
costa-tum-S.
hagenowi-Subzone
? johnstoni-Subz.
1
2
3
4
5
6
7
8
Arnioceras oppeli
Arietitidae indet.
Schlotheimia ex gr. posttaurina
Schlotheimia sp.
Schl. ex gr. angulata
Schlotheimia sp.
Schlotheimia sp.
Schl. ex gr. complanata
Schl. angulosa oligopt.
Schl. phobetica
Schl. tenuis
Schl. oxygonia
Schl. sp.
Schl. tenuis
Schl. oxygonia
Schl. angulosa
Schl. cf. gonyphora
Curv. engonium
Saxoceras sp.
Schl. cf. angulosa
Sax. ex gr. costatum
Schl. angulosa
Schl. cf. gonyphora
Schl. cf. tenuis
Saxoceras sp.
Sax. schroederi
Saxoceras sp.
Psilophyll. hagenowi
„Sohlbank"
Arieten-kalk
Sandstein-horizont 6
Sandstein-horizont 5
Sandstein-horizont 4
Sandstein-horizont 3
Sandstein-horizont 2
Sandstein-horizont 1
Sinemurium
Hettangium
Legende zu den Profilen:
Kalkstein, sandig, mergelig, bioturbat
Tonstein
Sandstein, mergelig, bioturbat
Tonstein, sandig
Schillsandstein, meist bioturbat
Wechsellagerung von Tonstein u. Sandsteinplättchen
Sandstein, feingeschichtet
Sandsteinbänkchen, feingeschichtet
Toneisensteinkonkretionen, z.T. auch -bänkchen
Sandstein, mittel- bis grobkörnig
Gryphäen
umgelagerte Konkretionen

grünliche, weiche Tonsiltsteinbank mit limonitischen Schalenresten ca. 2 m unterhalb der Obergrenze dieses Abschnitts. Je ein dünner Schalenhorizont verläuft bei 0,6 und bei 2,0 m über Sandsteinhorizont 1.

Die Schichten sind ziemlich fossilarm. Die Tone enthalten vereinzelt kleine Fossilreste in Form limoniterfüllter Lösungshohlräume. In den gelben Toneisensteinkonkretionen, die für diesen stratigraphischen Abschnitt besonders charakteristisch sind, fanden sich lediglich in einer der untersten Lagen (4-5 m über Sandsteinhorizont 1) Modiolus und andere kleine Muscheln.

Eine gleichartige Muschelfauna enthält auch die Konkretionslage, die den 10,5-m-Tonkomplex nach oben abschließt. Hier kamen die ersten Ammoniten des Unter-Lias bei Sulzfeld zutage, 8 Exemplare von *Psilophyllites hagenowi* in unterschiedlicher Größe und Vollständigkeit; sie steckten ohne einheitliche Orientierung im Gestein, z. T. vertikal. Mit ihnen ist die *hagenowi*-Subzone belegt. Zu dieser Subzone gehören mit großer Wahrscheinlichkeit auch noch beträchtliche Teile der liegenden Schichten. Bei Angersbach in Hessen ist die *hagenowi*-Subzone ca. 5 m mächtig (JÜNGST 1927: 193), in Mittelwürttemberg bis über 7 m (eig. Beob.). Etwa auf halbem Weg zwischen Sulzfeld und Coburg, bei Altenstein (Blatt 5830 Pfarrweisach) fand cand. geol. NORBERT KÖSTERING, Bochum, 9 m über der Lias-Sohlbank *Psilophyllites hagenowi* (det. vom Verf.) in einem feingeschichteten Sandstein.

Bemerkenswert ist, daß von den beiden bis 4 m mächtigen Sandsteinhorizonten innerhalb der *hagenowi*-Subzone Württembergs (Eßlinger und Mutlanger Sandstein: BLOOS 1976) hier keine deutlichen Äquivalente zu finden waren.

Die verbleibenden 2,2 m Tonstein bis zur Obergrenze der Psiloceratenschichten enthalten mehrere geringmächtige, braune bis grünliche, tonige Sandsteinbänkchen mit gelben, limonitischen Schalenresten. Die Folge setzt mit einem auskeilenden Schillplättchen ein, das den Konkretionen mit *Psilophyllites hagenowi* unmittelbar aufliegt. Es lieferte im Profil 2 einen Ammonitenrest, der *Saxoceras crassicostatum* nahestehen dürfte und damit die *schroederi*-Subzone einleitet.

Etwa 0,5 m höher folgt ein Konkretionshorizont von besonders charakteristischer Ausbildung. Die Konkretionen sind innen grünlich und ziemlich weich, während sie außen von einer Limonitkruste umgeben sind. Die Lage ist in den Profilen 2, 3 und 6 vorhanden. Im Profil 6 (Straße Sulzfeld-Althausen) fand sich an der Unterseite einer solchen Konkretion ein großes Exemplar von *Saxoceras schroederi.*

Unmittelbar auf dieser Lage liegt ein stellenweise auskeilendes Bänkchen mürben, braunen Sandsteins, das z. T. dicht durchsetzt ist von gut erhaltenen Muscheln. Im Profil 6 lieferte es ein Ammonitenfragment, das sich unter den Saxoceraten NW-Deutschlands vielleicht mit *Saxoceras angersbachense* vergleichen ließe. Dann folgen dicht übereinander zwei grünliche, bioturbate Sandsteinbänke mit gelben Schalenresten, und schließlich noch 1 m Tonstein mit einer Lage kleiner, grünlicher Konkretionen im unteren Teil. Diese enthielten im Profil 3 ein Ammonitenfragment, das zum Formenkreis um *Saxoceras costatum* gestellt werden kann (möglicherweise *Saxoceras tachyphyes).*

Die Schichten mit *Saxoceras* sind bei Sulzfeld mit 1,9 bis 2,2 m relativ geringmächtig. Vertreten sind darin die *schroederi*- und die *costatum*-Subzone; für die *angersbachense*-Subzone waren die Hinweise unsicher. Die geringe Mächtigkeit fällt vor allem im Vergleich zur *johnstoni*- und *hagenowi*-Subzone (zusammen

14 m) auf. Ähnlich geringmächtig sind die Saxoceratenschichten im nördlichen Württemberg bei Löwenstein (1-2 m, eig. Beob.). Bei Angersbach erreichen sie mehr als 4,7 m (Jüngst 1927: 198). In Oberfranken sind sie bisher nicht nachgewiesen. Möglicherweise fehlen sie dort ebenso wie in Südfranken (Hesselberggebiet). Im Hesselberggebiet besteht eine Erosionsdiskordanz zwischen den Schlotheimienschichten und der *hagenowi*-Subzone *(Psilophyllites hagenowi* umgelagert in der Basisbank der Schlotheimienschichten: Jahnel 1970: 11). Auf eine solche Diskordanz auch in Oberfranken könnte *Psilophyllites langei* O. Kuhn hinweisen; nach O. Kuhn (1935: 13-14) kommt dieser Ammonit bei Bamberg in der *stenorhyncha*- [*complanata*-] Subzone vor (s. auch S. 13).

Bei Coburg beträgt die Mächtigkeit der Psiloceratenschichten noch etwa die Hälfte der von Sulzfeld. Die *planobis*-Subzone ist dort noch vorhanden, die *johnstoni*-Subzone ist bis über 4 m mächtig. Dies bedeutet, daß bei Coburg in den unteren Psiloceratenschichten gegenüber Sulzfeld keine Reduktion der Mächtigkeit eingetreten ist, im Gegenteil, wenn man Sandsteinhorizont 1 von Sulzfeld mit der „Unterbank" von Coburg parallelisiert, stellt man sogar eine Erhöhung fest. Die Mächtigkeitsreduktion nach E geht somit voll zu Lasten der höheren Abschnitte; im Bereich der höchsten liegt sogar sehr wahrscheinlich ein Hiatus vor. Dieselben Verhältnisse beobachtet man auch in Schwaben, wie z. T. schon erwähnt (vgl. hierzu Bloos 1976: Kap. 3.6.2.). Die Mächtigkeitsreduktion nach E ist also keine Folge langsamer Transgression des Jura-Meers, bei der gerade die tiefsten Horizonte nach E zu ausfallen müßten.

Psiloceraten-Schichten der Nassacher Höhe

Die Psiloceratenschichten bei Sulzfeld erreichen mit 16 m etwa die Mächtigkeit, die für die Tone unterhalb des Gipfel-Sandsteins der Nassacher Höhe angegeben wird (14 m nach Krumbeck 1939: 8). Diese als „Töpfertone" bekannten Schichten betrachtete Krumbeck (1939) als Rät („Jüngeres Oberrhät"). Noch Ziegler (1964) wollte sie auf Grund einer Mikrofauna ins Rät stellen. Da nun die Sandsteine des Gipfelplateaus der Nassacher Höhe zu den Schlotheimienschichten gehören, wie schon Krumbeck (1939: 7) wußte, kann kein Zweifel bestehen, daß die „Töpfertone" in Wirklichkeit den Psiloceratenschichten von Sulzfeld entsprechen. (Die Mikrofauna Zieglers wäre wohl zu revidieren.) Krumbecks „Jüngeres Oberrhät" wird damit hinfällig, und ebenso die Frage, wo dieses „Jüngere Oberrhät" in Oberfranken seine Entsprechung habe. Ihre Entsprechung finden die „Töpfertone" in den Psiloceratenschichten Oberfrankens.

Sandsteinhorizont 2 mit Grenzbank Psiloceraten-/ Schlotheimienschichten (Profile 2, 3 u. 6)

Der Sandsteinhorizont 2 war in den Profilen 2, 3 und 6 erschlossen. Seine Mächtigkeit beträgt etwas über 2 m. Er ist morphologisch wirksam: er bildet die Verebnung über den Tonen des tiefen Wegeinschnitts von Profil 2, wie er auch das Profil 6 nach oben abschließt. Der Horizont beginnt mit einer Bank feingeschichteten Sandsteins, die in Profil 3 fehlt. Diese Bank gehört noch zu den Psiloceratenschichten.

Grenzbank. — Über der erwähnten Sandsteinbank folgt eine markante, braune bis dunkelgelbe, stark bioturbate, tonige Sandsteinbank mit limonitischen Fossilresten. Sie ist von „Fukoiden" (*Chondrites*) dicht durchsetzt. Stellenweise ist sie noch als grauer Kalksandstein erhalten (vor allem im Profil 6). Die Bank führt zahlreiche umgelagerte Konkretionen, sowohl kleine, bohnenförmige, dunkelbraune Phosphoritkonkretionen als auch (besonders in Profil 2) größere Konkretionen aus feingeschichtet-plattigem wie auch aus bioturbatem, fossilreichem Sandstein. Umgelagerte Toneisensteinkonkretionen wurden in der Bank dagegen nicht beobachtet. Eisenooide fehlen.

Die erwähnten fossilreichen Konkretionen fanden sich nur in Profil 2. Sie führen dort massenhaft Fragmente und kleine Exemplare von *Curviceras engonium.* Diese Art tritt in NW-Deutschland im höchsten Teil der Psiloceratenschichten, der *costatum*-Subzone, auf. Die Untergattung *Curviceras* Blind war in Süddeutschland in den oberen Psiloceratenschichten bisher nicht bekannt. Außerdem fand sich ein nicht sicher bestimmbares Exemplar von *Saxoceras.* Die Konkretionen bestehen prinzipiell aus demselben Gestein wie die einbettende Bank; möglicherweise sind es Erosionsrelikte von einer ersten Phase der Bankentstehung.

Im übrigen führt die Bank typische Schlotheimien, und zwar solche der *angulosa*-Gruppe. Diese kommen in NW-Deutschland im höchsten Teil der dortigen Schlotheimienschichten, der *complanata*-Subzone, vor. Auch eine *Schlotheimia* cf. *tenuis* weist auf diese Subzone hin.

Durch das Zusammenvorkommen von umgelagerten Psiloceraten und von Schlotheimien erinnert die Bank stark an die Basisbank der Schlotheimienschichten in Württemberg, die „Oolithenbank" Quenstedts (vgl. auch Schloz 1968). Auch in dieser Bank kommen bereits Ammoniten der *complanata*-Subzone vor (u. a. *Schlotheimia phobetica* in typischer Ausbildung, s. u.). Daß die Schlotheimienschichten in Süddeutschland mit Formen der *complanata*-Subzone beginnen, hat erstmals Jüngst (1938) im Oberrheingebiet (Siebeldingen/Pfalz und Langenbrückener Senke) beobachtet.

Ammoniten der *amblygonia*- und der *germanica*-Subzone Langes fehlen am Großen Haßberg ebenso wie sonst in Süddeutschland, soweit bisher bekannt. Übrigens macht davon auch *Schlotheimia angulata,* die in NW-Deutschland in der *complanata*-Subzone fehlt, keine Ausnahme. Die aus Süddeutschland unter diesem Namen bekannt gewordenen Stücke stimmen, sofern nicht offensichtliche Fehlbestimmungen vorliegen, nicht genau mit denen aus NW-Deutschland überein, zu denen der Lectotypus in der Sammlung Schlotheim gehört.

Lithologisch bestehen Ähnlichkeiten zwischen der Grenzbank bei Sulzfeld und der Oolithenbank Württembergs hinsichtlich der Bioturbation, der limonitisch imprägnierten Schalenreste (im frischen Gestein, vgl. hierzu Bloos 1976: 132 u. 133) und der dunklen, bohnenförmigen Phosphoritkonkretionen. Im übrigen aber beobachtet man lithologisch und faunistisch beachtliche Unterschiede. Die Oolithenbank ist einer der sandärmsten Aufarbeitungshorizonte im Hettangium Württembergs; lediglich im nördlichen Welzheimer Wald liegt sie als fossilreicher Kalksandstein vor. Die Oolithenbank ist in ganz Württemberg überaus reich an Eisenooiden; die Grenzbank bei Sulzfeld ist ein ooidfreier Kalksandstein.

Hinsichtlich der Ammonitenfauna bestehen folgende Unterschiede. In Württemberg ist aus dem Schwarzen Jura α 1 umgelagert *Alsatites laqueus* weitaus am häufigsten, daneben kommen aus NW-Deutschland nicht bekannte Saxoceraten vor. Curviceraten wurden noch nicht nachgewiesen. Der Hauptunterschied besteht aber in der für das Hettangium ungewöhnlich reichen Schlotheimienfauna Württembergs, von der die meisten Arten aus keinem anderen Gebiet bekannt sind. Typische Formen der *complanata*-Subzone sind dabei ausgesprochen selten. Die Fauna der Bank ist selbst in den nördlichsten Vorkommen Württembergs, in den Löwensteiner Bergen, unverändert. Bei Sulzfeld fehlt sie praktisch vollkommen.

Der Beginn der Schlotheimienschichten mit Formen der *complanata*-Subzone bei Sulzfeld und in Württemberg hat Bedeutung auch für Oberfranken. Dort beobachtete O. KUHN (1935: 13-14), wie oben schon erwähnt, bei Bamberg (Rothof) eine besonders weitnabelige Form von *Psilophyllites, Ps. langei* O. KUHN, in der *complanata*-Subzone und schloß auf Gleichzeitigkeit mit der Fauna dieser Subzone. Da nun mit ziemlicher Sicherheit auch dort die tieferen Subzonen der Schlotheimienschichten fehlen, kann es sich um umgelagerte Exemplare wie im Hesselberggebiet (s. o.) oder auch um Stücke aus einer dicht darunter liegenden, noch zu den Psiloceratenschichten gehörenden Bank handeln (die Funde sind Lesestücke). Dies hat schon KRUMBECK (zit. in LANGE 1941: 55, Fußnote) angenommen. Bei der Variabilität der Gattung *Psilophyllites* erscheinen so weitnabelige Formen in der *hagenowi*-Subzone durchaus möglich; sie sind hierin zumindest wahrscheinlicher als in der *complanata*-Subzone. (Auf die *„Schlotheimia angulata“*, die O. KUHN (1955: 410) von Sassendorf dicht über der Lias-Sohlbank angibt, und die die tiefere Angulata-Zone belegen soll, wird an anderer Stelle eingegangen.)

Die Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten fehlt in Oberfranken. Sie keilt offenbar nach E aus, ähnlich wie die Oolithenbank in Württemberg. In Oberfranken bilden, wie im östlichen Württemberg und angrenzenden Bayern (Hesselberg- und Riesgebiet), Sandsteine der *complanata*-Subzone die Basis der Schlotheimienschichten.

Der Sandsteinhorizont 2 setzt sich über der Grenzbank fort zunächst mit zwei Bänken feingeschichteten Sandsteins und Tonzwischenlagen, sodann mit zwei geringmächtigen Bänken fossilreichen Sandsteins, die größtenteils zu rostigem Mulm verwittert sind. In der unteren dieser beiden Bänke fand sich im Profil 3 *Schlotheimia oxygonia,* eine bezeichnende Form der *complanata*-Subzone NW-Deutschlands.

Ton und Sandsteinhorizont 3 (Profile 2 u. 3)

Über Sandsteinhorizont 2 folgt zunächst 1 m Tonstein ohne nennenswerten Fossilgehalt oder gliedernde Horizonte.

Der anschließende Sandsteinhorizont 3 ist etwa 1,8 m mächtig. Es ist im wesentlichen eine Wechselfolge von Tonstein und dünnen Sandsteinplättchen; lediglich im höheren Teil ist eine dickere Bank feingeschichteten Sandsteins eingeschaltet. Aufgeschlossen war der Horizont in den Profilen 2 und 3.

In der unteren Hälfte fallen zwei Horizonte grünlichen, bioturbaten Sandsteins auf, die limonitische Fossilreste führen und zu einem rostigen Mulm zu verwittern neigen. Die obere der beiden Bänke lieferte im Profil 2 die relativ reichste Ammonitenfauna des erhaltenen Lias bei Sulzfeld insgesamt. In der oberen Hälfte des Sandsteinhorizonts 3 kommen weitere fossilführende Lagen vor, jedoch ohne Ammoniten.

In der erwähnten ammonitenreichen Bank dominiert bei weitem *Schlotheimia phobetica.* Aus der *angulosa*-Gruppe war außerdem *Schl. angulosa oligoptycha* bestimmbar. Stratigraphisch wichtig waren auch die Funde von *Schlotheimia* *tenuis* sowie *Schl. oxygonia.* Alle diese Formen treten in NW-Deutschland in der *complanata*-Subzone auf. Hinzu kommen einige aus NW-Deutschland nicht bekannte Formen. Die tiefere der beiden Bänke lieferte nur ein spärliches Material, von dem einzig eine *Schlotheimia tenuis* bestimmbar war (Profil 3).

Die auf der Nassacher Höhe aus dem Sandstein des Gipfelplateaus aufgesammelte Fauna stimmt mit der des Sandsteinhorizonts 3 von Sulzfeld völlig überein. Auch dort kommen *Schlotheimia phobetica, Schl. tenuis* und *Schl. oxygonia* als vorherrschende Formen vor. An der Zusammengehörigkeit beider Horizonte bestehen, auch wegen der geringen Distanz der beiden Lokalitäten, kaum Zweifel. Prinzipiell käme noch Sandsteinhorizont 2 in Frage, dann aber hätte man im Aushub des Gittermasts wohl auch Stücke der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten finden müssen.

Weitgehend dieselbe Fauna beobachtet man in einem Sandsteinhorizont von Oberfranken, der in der Umgebung von Bamberg gut ausgebildet ist (Funde in der Literatur bekannt von Sassendorf, Oberbrunn und Rothof bei Bamberg). Auch dort überwiegt nach Aufsammlungen des Verf. in Sassendorf *Schlotheimia phobetica.* Auf Blatt 5830 Pfarrweisach fand cand. geol. Barbara Krege, Bochum, auf dem Lias-Plateau bei Lichtenstein jüngst 1 Exemplar von *Schlotheimia tenuis* (det. vom Verf.) in feingeschichtetem Sandstein (Lesestück).

Wie in N-Franken sind auch in der östlichen Hälfte Württembergs die tiefsten Schlotheimienschichten unmittelbar über der Oolithenbank als Sandsteine entwickelt. Die Ammonitenfauna dieser Schichten war bis jetzt so gut wie unbekannt. Eigene langjährige Aufsammlungen ergaben, daß dieselben Faunenelemente wie in Franken auch dort reichlich vertreten sind. Selbst O. Kuhns *„Arietites francojurensis“* von Sassendorf (O. Kuhn 1934: 44), bei Sulzfeld nicht gefunden, kommt in Württemberg in den basalen Schichten des Schwarzen Jura α 2 in weiter Verbreitung vor, von Vaihingen auf den Fildern im W bis Unterschneidheim nahe dem Riesrand im E. (Erwähnt sei, daß bereits Gümbel, 1864: 240, *„Ammonites spiratissimus“* in den Schlotheimienschichten von Sassendorf anführt.) In Württemberg kommen auch noch andere, in N-Franken bisher nicht gefundene Formen vor. Trotzdem kann man die betreffenden Schichten in Schwaben und Franken ohne weiteres parallelisieren.

Es fällt auf, daß in den erwähnten Schichten Süddeutschlands zwei für die nordwestdeutsche *complanata*-Subzone bezeichnende Formgruppen praktisch völlig fehlen, nämlich die dicht berippten Formen von *Schlotheimia complanata* und die meisten Formen von *Schl. polyeides.* Es kommen hier lediglich ähnliche Formen vor, die sich aber deutlich von den nordwestdeutschen unterscheiden. Es erscheint deshalb fraglich, ob in den beiden Gebieten zeitgleiche Ausschnitte der *complanata*-Subzone vertreten sind. Es hat den Anschein, daß in Süddeutschland eine Schichtlücke zwischen den Psiloceraten- und den Schlotheimienschichten besteht, die nicht allein die *amblygonia* -und die *germanica*-Subzone sowie vielleicht einen Teil der *costatum*- (= *laqueus*-) Subzone umfaßt, sondern auch noch den tieferen Teil der *complanata*-Subzone mit *Schlotheimia complanata* [= *stenorhyncha* Lange]. Man müßte erwarten, daß sich beide Faunen der *complanata*-Subzone in Profilen der Hessischen Straße übereinander finden. (Schon Jüngst 1938: 20, hält den süddeutschen Ausschnitt der *complanata*-Subzone für jünger als den nordwestdeutschen.)

Tonstein zwischen Sandsteinhorizont 3 und 4 (Profile 2, 3 u. 4)

Zwischen den Sandsteinen der tieferen und der höheren Schlotheimienschichten liegt bei Sulzfeld, ähnlich wie in Mittelwürttemberg, ein bedeutenderes Tonpaket, hier 6 m mächtig. Etwa in seiner Mitte erscheint eine dünne, bioturbate, stark tonige Sandsteinbank mit Fossilresten. Sie wird unmittelbar überlagert von kleinen, grünlichen Karbonatkonkretionen. Die Bank wie auch die Konkretionen lieferten schlecht erhaltene Reste von Schlotheimien, sowohl verdrückte Innenwindungen wie Wohnkammerfragmente. Eine sichere Bestimmung war nicht möglich, es scheint sich aber um Formen zu handeln, die in NW-Deutschland nicht vorkommen.

Sandsteinhorizont 4 (Profile 2, 3 und 4)

Dieser Sandsteinhorizont besteht größtenteils aus siltigem Tonstein mit dünnen Sandsteinplättchen; nur in der oberen Hälfte finden sich mehrere Sandsteinbänke, von denen jedoch nur eine feingeschichtet ist. Die zwei bis drei Bänkchen am Top des Horizonts sind bioturbat, tonig, und führen Fossilreste. Der gesamte Horizont ist etwa 3,5 m mächtig. Er war in den Profilen 2, 3 und 4 erschlossen.

Die obere Hälfte wird eingeleitet durch eine linsenförmig auftretende Schillbank, die tief dunkelbraun, in Relikten auch noch frisch hellgrau und kalkig ist. Sie besteht aus dicht gepackten Cardinien in Sandmatrix. In Oberfranken ist diese Fazies im ganzen Hettangium häufig, während die bei Sulzfeld vorherrschende tonige, bioturbate Ausbildung der Fossilbänke dort weitgehend fehlt. Hier bei Sulzfeld ist die Bank „oberfränkischer“ Ausbildung die einzige ihrer Art im Hettangium. Sie führt umgelagerte Kalksandsteinkonkretionen.

Im Profil 4 fanden sich spärliche Reste von Schlotheimien. Soweit erkennbar stehen sie der *Schlotheimia angulata* s. l. des Angulatensandsteins s. str. in Württemberg (= Hauptsandstein Frank 1930) nahe (s. S. 29). Im höheren Teil fanden sich die ersten Gryphäen des Hettangiums.

Die Ammoniten wie die Gryphäen könnten dafür sprechen, daß es sich bei dem Sandsteinhorizont um ein Äquivalent des oben erwähnten Hauptsandsteins in Württemberg handelt. Dies ist umso wahrscheinlicher, als dieser in Württemberg die weitaus größte Ausdehnung von allen Sandsteinhorizonten hat und schon deshalb eine Fortsetzung nach N erwarten läßt.

In Oberfranken ist eine Entsprechung des Horizonts nicht sicher nachzuweisen. Man kann sie vermuten in dem höchsten, oft rinnenförmigen Sandsteinhorizont, der in der Coburger Gegend unmittelbar unter dem Arieten-Grobsandstein auftritt.

Die spärliche Ammonitenfauna der höheren Schlotheimienschichten Frankens läßt kaum eine Aussage über das Verhältnis zur *complanata*-Subzone zu. Jüngst (1938) erkannte, daß im Oberrheingebiet die Fauna der oberen Schlotheimienschichten kaum noch Elemente der *complanata*-Subzone aufweist, sondern überwiegend aus neuen Formen besteht, und daß hier vermutlich eine neue Subzone vorliegt. Dasselbe findet man in Württemberg. Neben der dortigen *Schlotheimia „angulata“* werden die oberen Schlotheimienschichten gekennzeichnet durch *Schlotheimia depressa, Schlotheimia marmorea* und andere, überwiegend nicht beschriebene Arten. Die *angulosa*-Gruppe (*„Anguliferites“* Lange) fehlt vollkommen ebenso wie die *tenuis*-Gruppe. Lediglich Nachzügler der *polyeides*-Gruppe kommen noch vor. Die Unterschiede zu den tieferen Schlotheimienschichten Süddeutschlands wie auch zur nordwestdeutschen *complanata*-Fauna sind so tiefgehend, daß sich die Vermutung Jüngsts über eine neue Subzone verstärkt (Jüngst 1938: 19: „obere Grenzzone“). Als deren Index-Fossil zeichnet sich *Schlotheimia depressa* Quenstedt ab. Diese Art wird in der Literatur immer wieder auch aus der Oolithenbank angeführt. Hierbei handelt es sich jedoch um Formen, bei denen lediglich die Alterswindungen *Schl. depressa* ähneln, während die Innenwindungen völlig verschieden sind.

In NW-Deutschland ist seit langem ein Hiatus zwischen den Schlotheimien- und den Arietitenschichten bekannt. Dieser umfaßt zumindest die Schichten mit *Vermiceras spiratissimum* Süddeutschlands (*conybeary*-Subzone). Daß er dort auch in die Schlotheimienschichten hinabgreift, wird vor allem in der Gegend von Bielefeld deutlich, wo die gesamte *complanata*-Subzone fehlt und nur durch umgelagertes Material in der Basisbank der Arietitenschichten repräsentiert ist (Lange 1951: 6). Die Vermutung Jüngsts (1938: 20), daß in diesen Hiatus auch ein Großteil der süddeutschen Schlotheimienschichten fällt, hat sich verstärkt, ja sie hat sich auf deren Gesamtheit ausgedehnt.

Sandsteinhorizont 5 (Profile 1 u. 4)

Nach ca. 1,5 m siltigem Tonstein folgt ein Sandsteinhorizont von etwa 3,5 m Mächtigkeit, der in den Profilen 1 und 4 aufgeschlossen war. Es ist der erste Horizont mit einem höheren Anteil feingeschichteter Sandsteinbänke. Ammoniten fanden sich darin nicht, so daß unsicher ist, ob der Horizont noch zu den Schlotheimien- oder schon zu den Arietitenschichten gehört. Faziell besteht zu den liegenden Schichten kein Unterschied. Auch in Mittelwürttemberg treten im Grenzbereich Hettangium/Sinemurium feinkörnige, gelbe Sandsteine auf (Bloos 1976).

Sandsteinhorizont 6 (Profile 1 u. 4)

Dieser Horizont war in Profil 1 größtenteils, im Profil 4 ganz aufgeschlossen. Seine Mächtigkeit betrug im Profil 4 knapp 5 m, im Profil 1 vermutlich 1 m mehr. Im Gegensatz dazu war im Profil 4 der Ton im Liegenden 1 m mächtiger als im Profil 1 (nämlich 2,5 gegenüber 1,5 m). Wie in den übrigen Sandsteinhorizonten dominiert im unteren Teil Tonstein mit Sandsteinplättchen. Feingeschichteter, plattiger Sandstein erscheint in der Mitte. Im oberen Teil überwiegt toniger, bioturbater, grünlicher bis gelber Sandstein mit Fossilresten; eine solche Bank bildet auch die Basis des Sandsteinhorizonts.

Während Gryphäen tiefer nur sehr vereinzelt gefunden werden, sind sie im Sandsteinhorizont 6 in fast allen Fossillagen häufig. Im feingeschichteten Sandstein des mittleren Teils treten Bruchschill-Lagen in Erscheinung, von denen eine linsenförmige in Profil 1 zahlreiche Ammonitenreste führte. Es waren fast durchweg Jugendexemplare von Schlotheimien der *posttaurina*-Gruppe. Derartige Schlotheimien sind in Württemberg, wie übrigens auch in England, im Grenzbereich *conybeary*-/*rotiforme*-Subzone lokal nicht selten. Zwei nicht näher bestimmbare Arietitidenreste bestätigen die Zugehörigkeit des Horizonts zum

Untersinemurium. Somit ist die Ausbildung der unteren Arietitenschichten in „Angulatensandsteinfazies“ nicht auf Mittelwürttemberg beschränkt; dort erreichen diese Schichten maximal 7 m (Bloos 1976: 51). Auch weiter nördlich, bei Eisenach (Putzer 1938a), scheint die sandige Fazies ins Untersinemurium hinaufzureichen.

In Oberfranken ist ein Äquivalent der Sandsteinhorizonte 5 und 6 nicht bekannt. Daß sie in der dort sehr geringmächtigen kalkigen Grobsand-Fazies des Sinemuriums (1-2 Bänke) enthalten sind, ist wenig wahrscheinlich. Viel eher keilen sie nach E aus. Damit besteht an der Grenze Hettangium/Sinemurium in Oberfranken ein Hiatus, der Schichten von maximal 13 m Mächtigkeit bei Sulzfeld umfaßt, d. h. nahezu die Hälfte der Schichten zwischen der Grenze Psiloceraten-/Schlotheimienschichten und dem Arietenkalk. Die unteren Schlotheimienschichten dagegen halten bis Oberfranken aus, wenn auch in ihrer Mächtigkeit reduziert. Somit ist in Franken dieselbe Erscheinung zu beobachten wie in Schwaben: Die Mächtigkeitsreduktion des höheren Hettangiums und des tiefsten Sinemuriums nach E betrifft die höchsten Schichten am stärksten (vgl. hierzu Bloos 1976: Kap. 3.6.2.).

Abschließend sei bemerkt, daß sich im Belegmaterial von Welzel ein Sandsteinstück mit kleinen Gryphäen befindet, das laut Etikett vom Rennweg östlich Birnfeld stammen soll. Dies könnte Hinweis auf eine Störung im dortigen Gebiet sein.

Kalkstein und Mergel (Arietenkalk; Profile 4 u. 5)

Es war nicht ohne weiteres zu erwarten, daß hier in dem weit vor der Fränkischen Alb liegenden und vermutlich seit langem der Verwitterung ausgesetzten Gebiet noch Arietenkalk erhalten ist. Welzel (1964) kannte ihn noch nicht. Der Kalk kam beim Bau der Straße Sulzfeld—Althausen (Profil 4) unter Rät-Schutt zutage; außerdem steht er an der nahe dabei liegenden Wegböschung (Profil 5) an.

Die Mächtigkeit beträgt im Profil 4 etwa 3,5 m. Ob der Ton im Hangenden die Tone des Obersinemuriums (*obtusum*-Subzone) einleitet, ließ sich nicht sicher feststellen.

Im Gegensatz zu Oberfranken fehlt bei Sulzfeld Grobsand vollkommen. Man findet durchgehend einen geringen Feinsandgehalt (um 5 %, unten bis zu 15 %). Bei der beckenwärtigen Lage des Vorkommens ist der Unterschied der Ausbildung zu Oberfranken nicht überraschend. Zu der paläogeographischen Situation paßt auch die vollständige Wühlentschichtung. Auch in Württemberg steht Wühlentschichtung im W primären Sedimenttexturen und Grobsand im E gegenüber.

Es bestehen jedoch deutliche Unterschiede zu Mittelwürttemberg. Schon der Feinsandgehalt hier fehlt ab der *bucklandi*-Subzone dort. Hinzu kommen die bei württembergischem Arietenkalk unbekannte dunkelbraune Verwitterungsfarbe sowie die unerwartete Fossilarmut bei Sulzfeld. Relativ fossilreich ist nur der dritte Kalkhorizont von unten. Er führt u. a. Gryphäen und *Oxytoma inaequivalve*. Im Profil 5, wo der Horizont auf längerer Strecke am Weg ansteht, fanden sich mehrere wenig gut erhalten Exemplare von *Arnioceras oppeli* Guerin-Franiatte [= *geometricum* (Oppel)]. (Herrn Dr. F. Leitz, Redwitz, sei für die Überlassung einer von ihm bei einer gemeinsamen Begehung gefundenen Platte mit drei Exemplaren herzlich gedankt.) Da der Ammonit ziemlich weite stratigraphische Verbreitung hat (nach Walliser 1956: 216, von der *bucklandi*-Subzone bis ins tiefere Obersinemurium), läßt sich die Schicht nicht genauer einstufen. Höhere Arietitenschichten sind damit aber mit Sicherheit belegt.

Noch jüngere Schichten des Unteren Lias sind in der Umgebung der Profile 4 und 5 kaum zu erwarten. Wenig nach der erwähnten Biegung der Straße nach SE stehen wieder plattige, braune Sandsteine der tieferen Lias-Schichten an, so daß damit zu rechnen ist, daß dicht hinter dem Arietenkalk von Profil 4 gegen den Rosenhügel wieder ältere Schichten auftauchen. Die Möglichkeit, noch jüngere Schichten zu finden, besteht allenfalls in der Fortsetzung des Grabens nach SE. Ob und in welcher Weise sich der Graben dorthin fortsetzt, wurde nicht untersucht. Man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß in den aufgenommenen Profilen in etwa der gesamte bei Sulzfeld erhaltene Lias erfaßt ist.

4. Fazies und Paläogeographie

4.1. Faziesänderungen von W nach E

Aus dem vorigen Kapitel geht hervor, daß der erhaltene Lias bei Sulzfeld aus zwei faziell verschiedenen Abschnitten besteht, nämlich dem Ton- und Feinsandsteinkomplex im Liegenden (Hettangium und tieferes Untersinemurium) und dem Mergel- und Kalksteinkomplex im Hangenden (höheres Unter- und vielleicht tieferes Obersinemurium). Der liegende Komplex umfaßt den weitaus größten Teil der Mächtigkeit.

Die gleiche lithologische vertikale Großgliederung beobachtet man, wie erwähnt, in Oberfranken und Württemberg. Wie vom Verf. eingehend dargelegt (Bloos 1976), zeigen beide Komplexe in Württemberg charakteristische laterale Änderungen der Fazies von W nach E. Man kann dort Streifen gleicher Fazies ausscheiden, die küstenparallel etwa SSW-NNE verlaufen. So verschieden diese lateralen Änderungen in den beiden Komplexen z. T. auch sind, so zeigen sie doch in jedem Fall eine Tendenz zu verstärkter Wasserbewegung und zunehmend häufigeren und intensiveren Umlagerungen von W nach E an, und damit Wasserverflachung in dieser Richtung.

Zum besseren Verständnis der paläogeographischen Stellung des Lias am Großen Haßberg seien die unterscheidbaren Faziesstreifen des Hettangiums in Württemberg und den im W und E angrenzenden Gebieten kurz skizziert (vgl. Bloos 1976: 85—86). Man kann prinzipiell unterscheiden zwischen einem westlichen, tieferen Bereich ohne Horizonte feingeschichteten Sandsteins und einem östlichen, zunehmend flacheren mit derartigen Sandsteinhorizonten (s. Abb. 4). Der westliche Bereich läßt sich in zwei, der östliche in drei Faziesstreifen gliedern, so daß die marine Fazies in insgesamt 5 Streifen zerfällt. Aus Gründen, die früher erörtert wurden (Bloos 1976: Kap. 3.6.), sind die Grenzen zwischen den Faziesstreifen nicht scharf.

Ganz im W, im mittleren Oberrheingebiet, herrscht eine im wesentlichen sandfreie, kalkig-mergelige Fazies vor mit tonigen, im höheren Teil oft auch ölschieferartigen Zwischenlagen (vgl. Hoffmann 1969; Hettich 1974). Die Kalke sind sehr feinkörnig, Fossilien sind wenig dicht und oft ungeregelt eingebettet. Schillartige Anreicherungen mit spätiger Matrix treten völlig zurück. Eisenooide fehlen. Bioturbation überwiegt über primäre Sedimenttexturen in den Kalk-

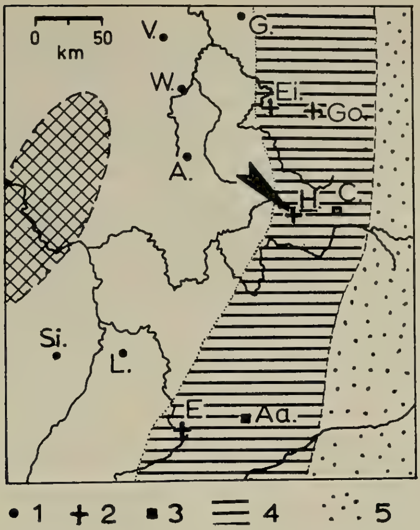


Abb. 4. Paläogeographische Skizze zur Situation des Arbeitsgebiets (Pfeil). Kreuzschraffiert: Hypothetische Rheinische Insel. 1 Lokalitäten in der sandsteinarmen Beckenfazies. 2 Lokalitäten im Westteil des sandsteinführenden Faziesbereichs. 3 Lokalitäten im Ostteil des sandsteinführenden Faziesbereichs. 4 ungefähre Verbreitung des sandsteinführenden Faziesbereichs. 5 überwiegend terrestrische Fazies, z. T. marin beeinflußt. — Abkürzungen: A. Angersbach, Aa. Aalen, C. Coburg, E. Eßlingen, Ei. Eisenach, G. Göttingen, Go. Gotha, H. Großer Haßberg, L. Langenbrücken, Si. Siebeldingen, V. Volkmarsen, W. Wabern.

bänken bei weitem, Ammoniten finden sich durchgehend, wenn auch unterschiedlich häufig. Brachiopoden kommen vor.

Der östlich anschließende Faziesstreifen ist lediglich in seinem östlichen Randbereich erhalten, der sich vom Hochrhein über die SW-Alb und den westlichen Schönbuch bis zum nordwestlichen Fildergebiet erstreckt. In ihm fehlt bituminöser Tonstein. Mehr oder minder mergeliger, oft schon deutlich siltiger Tonstein nimmt einen Großteil der Profile ein. Die eingeschalteten Kalksteinbänke beginnen ebenfalls mehr oder minder stark siltig und z. T. auch eisenoolithisch zu werden; es dominiert immer noch Wühlentschichtung über primäre Lagerung, wenn auch weniger. Die weitaus häufigste Lebensspur, die die Bänke oft dicht durchsetzt, ist *Chondrites*. Ammoniten finden sich noch immer in allen Horizonten, die Konzentration auf einzelne Horizonte, und darin auf Linsen, ist jedoch wesentlich stärker. Brachiopoden kommen noch vor.

Der sandsteinführende Faziesbereich beginnt im W mit einem Faziesstreifen, in dem sich Horizonte feingeschichteter Sandsteinbänke mit Wechsellagerungen von Tonstein und Sandsteinplättchen in das Profil einschalten. Nach E zu werden die zunächst überwiegenden Wechsellagerungen in diesen Horizonten stärker von Sandsteinbänken ersetzt. Die Sandsteine sind sehr feinkörnig, der Grobsiltbereich wird kaum überschritten; außerdem sind sie sehr fossilarm. — Die oben erwähnten siltigen, bioturbaten Kalksteinbänke in der Schichtfolge sind hier in bioturbate, z. T. eisenoolithische Kalksandsteine übergegangen, in denen dichte Schillpackungen und spätige Ausbildung lagenweise oder auch durchgehend nach E immer stärker in den Vordergrund treten. Umgelagerte Konkretionen sind darin häufig. — In den Tonsteinhorizonten geht der Kalkgehalt stark zurück; im Gegensatz zu den weiter im W gelegenen Vorkommen brausen die Tone mit verdünnter Salzsäure meist nicht mehr. Die Konzentration der Ammoniten auf bestimmte Horizonte nimmt weiter zu; Brachiopoden sind sehr selten.

Im nun folgenden mittleren Faziesstreifen des sandsteinführenden Bereichs erreichen die bankigen Sandsteine ihren höchsten Anteil am Aufbau der Sandsteinhorizonte; die Wechsellagerungen werden entsprechend stark zurückgedrängt. Hier findet sich im feingeschichteten Sandstein mancher Horizonte Schill in Lagen und Linsen. Mehr oder minder deutlich tritt eine Vergröberung des Korns der Sande auf; neben Grobsilt findet man, hauptsächlich bedingt durch bessere Sortierung, auch Feinsande. Wühlentschichtete Kalksandsteinbänke kommen nur noch vereinzelt vor. (Bei Bloos 1976: 85—86, sind der westliche und der mittlere Faziesstreifen zu einem Streifen zusammengefaßt, da manchmal schwer zu unterscheiden.)

Im östlichsten Faziesstreifen des sandsteinführenden Bereichs, der zugleich der östlichste der marinen Fazies ist, werden in den Sandsteinhorizonten die durchgehenden Sandsteinbänke unstetig und zunehmend von sanderfüllten Kolkrinnen unterschiedlichster Breite ersetzt, die Tiefen bis nahe 1 m erreichen können und häufig von steilen Wänden begrenzt sind. Die feinkörnigen Sande erreichen in den dickeren Bänken hier ihre beste Sortierung und ihre größten Mediandurchmesser; Feinsande sind hier am häufigsten. — Bioturbate Kalksandsteinbänke fehlen praktisch ganz, primäre Schichtungsformen in fossilreichen Horizonten herrschen vor. Bei den Wühlgefügen tritt *Chondrites* gegenüber Spreiten- und anderen Versatzbauten *(Diplocraterion, Phycodes* u. a.) zurück. Die Spurenfauna ist hier besonders artenreich. Die Eisenooidführung ist nur noch gering. Ammoniten sind auf ganz wenige Horizonte beschränkt. Brachiopoden fehlen völlig. Auch sonst ist eine deutliche Artenverarmung feststellbar. In Linsen und großen Erosionskörpern tritt mittelkörniger Sandstein auf. Zwischen den fein- und mittelkörnigen Sandsteinen besteht eine ausgeprägte Korngrößenlücke, außerdem ist die mineralogische Zusammensetzung unterschiedlich.

Der unmittelbare Küstenbereich muß östlich des Hesselberggebiets gelegen haben. Seine Sedimente sind vor Ablagerung des grobkörnigen Arietensandsteins abgetragen worden (Weißenburger Schwelle).

Aus der Literatur und aus eigenen Beobachtungen geht hervor, daß zumindest der westlichste und der östlichste Faziesstreifen eine Fortsetzung nach N bzw. NNE haben. Äquivalente der kalkig-mergelig-bituminösen Fazies sind relikthaft im W der Hessischen Straße von Angersbach bei Fulda über das Egge-Vorland bis ins westliche Niedersachsen und das angrenzende Westfalen erhalten (vgl. Jüngst 1927). Lediglich der Tonanteil am Profil ist dort höher und, dadurch mitbedingt, die Mächtigkeit.

Entsprechungen des östlichsten Faziesstreifens, der vor allem durch die Kolkrinnen gekennzeichnet ist, finden sich im nordwestlichen Oberfranken und im südöstlichen Niedersachsen (Helmstedt - Mackendorf); vgl. hierzu Bloos 1976: 211. Inwieweit die übrigen Faziesstreifen eine Fortsetzung nach N haben, war bis jetzt nicht sicher, obwohl auch dort Übergänge zwischen den Extremen zu erwarten sind.

Die Ausbildung der Schichtfolge bei Sulzfeld, sowohl nach der Geländeaufnahme wie nach Siebanalysen (Grobsilt weitaus vorherrschend), läßt die Stellung des Vorkommens innerhalb der lateralen Faziesabfolge in Württemberg ohne Schwierigkeit erkennen. Sie entspricht dem westlichen Teil des sandsteinführenden Bereichs, der in Württemberg vom südöstlichen Schönbuch über die mittleren Fildern zum westlichen Schurwald verläuft. Nur der höchste Teil des Komplexes bei Sulzfeld weist schon Merkmale des mittleren Faziesstreifens auf. Die Ausbildung des Sandsteinhorizonts 3 auf der Nassacher Höhe (Schill-Lagen in Blöcken feingeschichteten Sandsteins) weist darauf hin, daß man auch im tieferen Profilteil nach E zu in den mittleren Streifen kommt. Dieser mittlere Faziesstreifen muß über das zentrale Haßberggebiet verlaufen sein; er ist heute größtenteils abgetragen. Allenfalls der Liassporn von Altenstein (W Seßlach) könnte von SE noch hineinragen. E der Linie Seßlach—Ebern liegt bereits der östliche Streifen vor, der vor allem in der Coburger Gegend gut erschlossen ist.

Auf die Faziesunterschiede der Arietenkalke im W und E von Franken und Württemberg wurde oben (S. 17) schon eingegangen.

Für die Paläogeographie ergeben sich aus dem bis hier Gesagten die folgenden Schlüsse:

1. Die starke Mächtigkeitszunahme von Oberfranken zum Großen Haßberg zeigt zunehmend starke Absenkung nach W an. Der Faziesvergleich ergab auch zunehmende Wassertiefe. In Franken liegen die Faziesstreifen deutlich dichter gedrängt als in Württemberg, was auf einen größeren Tiefengradienten, d. h. auf raschere Tiefenzunahme hinweist.

2. Die Linien gleicher Mächtigkeit wie auch die gleicher Fazies laufen von SSW gerade auf den Thüringer Wald zu. Soweit aus der Literatur erkennbar, scheinen sie sich jenseits dieses Gebirges ohne stärkere Änderung fortzusetzen. Dies bedeutet, daß der Thüringer Wald zur Zeit des untersten Lias keine Halbinsel war, wie früher häufig angenommen, wahrscheinlich nicht einmal eine bedeutende submarine Schwelle. Die Darstellung bei Kölbel (1967: Abb. 2) über den Verlauf des Ostrandes des Sedimentationsgebiets dürfte den tatsächlichen Verhältnissen näher kommen.

3. Es besteht kein Zweifel, daß die westlichsten Vorkommen der bituminösen Fazies im Hettangium (Siebeldingen, Angersbach, Berge bei Wabern) wesentlich näher bei der vermuteten Rheinischen Insel lagen als bei der damaligen Ostküste. Bei dem in Abb. 4 gestrichelt eingetragenen Küstenverlauf der Rheinischen Insel betrug der Abstand ca. 50 km, zur Ostküste dagegen 150 km und mehr. Der faziell dokumentierte Bereich allmählicher Wasserverflachung nach E war durchweg über 100 km breit. Dies bedeutet, daß der Tiefengradient von der Rheinischen Insel nach E und SE bedeutend größer gewesen sein muß als der von der Ostküste nach W, nämlich wahrscheinlich dreimal so groß. Es kann freilich nicht ausgeschlossen werden, daß die Rheinische Insel wesentlich kleiner war oder vielleicht gar nicht existierte (vgl. Bloos 1976: 16).

4.2. Faziesänderungen von N nach S

Die bisher dargestellten lateralen Faziesänderungen betreffen im wesentlichen das angelieferte Sediment und die Texturen, was beides vor allem die hydrodynamischen Verhältnisse widerspiegelt. Auch geochemisch gab es, wie sich in Württemberg zeigte, Änderungen von W nach E (vgl. Bloos 1976: Kap. 3.6.1).

Bemerkenswert erscheint, daß es geochemisch auch Änderungen von N nach S gibt, insbesondere bei den Eisenmineralien. In dieser Hinsicht bestehen kaum Unterschiede zwischen Unter- und Oberfranken, jedoch augenfällige zwischen N-Franken und Schwaben. Am auffälligsten ist der Eisengehalt der Karbonatkonkretionen in Franken, besonders im tieferen Hettangium, wie er auch in Thüringen und in Niedersachsen bekannt ist. Weiter südlich dagegen findet man von ganz im W bis ins Altmühltal im E eisenarme Konkretionen, die viel hellere Verwitterungsfarben und kaum je Ausbildung von Limonitschalen bei der Verwitterung aufweisen. Auch die Fossilschalen scheinen in Franken viel intensiver von Eisensulfiden durchsetzt worden zu sein als weiter südlich, so daß der nach der Verwitterung im Lösungshohlraum zurückbleibende Limonitmulm einen bezeichnenden Unterschied zu Württemberg bildet.

Umgekehrt fehlen in Franken nach bisheriger Kenntnis Eisenooide völlig. Eisenooide kommen vor allem im westlichen und mittleren Württemberg in zahlreichen Horizonten vor, vereinzelt auch noch weit im E. Erwähnt sei, daß noch weiter südlich, im Alpenvorland, Kalkooide anstelle von Eisenooiden auftreten (BLOOS 1976: 62).

Wie vom Verf. (BLOOS 1976: 127—128, 152) dargelegt, ist die Hauptmasse der feinkörnigen Sedimente des untersten Lias Süddeutschlands von Meeresströmungen aus einem nördlich gelegenen Liefergebiet herantransportiert worden. Vermutlich hängen die geochemischen Änderungen von N nach S (die sich, wie S. 17 erwähnt, auch noch im Arietenkalk bemerkbar machen) in irgendeiner Weise mit dieser generellen Transportrichtung zusammen. Ähnliche Zusammenhänge hat schon HALLAM (1978) vermutet.

5. Ammonitenfauna

Ein mit der Schichtfolge bei Sulzfeld vergleichbares Profil war bisher in Franken nicht bekannt und ist in anderen Gebieten Frankens auch kaum zu erwarten. Es wurde daher die hier gegebene Chance, eine bessere Einsicht in die Faunenfolge Frankens zu erhalten, wahrgenommen und Horizont für Horizont durchgeklopft. Der Ertrag waren 50 mehr oder minder vollständige Exemplare und eine noch darüber liegende Zahl von Windungsfragmenten und Innenwindungen. Dieses Material repräsentiert etwa 20 Arten aus 7 biostratigraphisch unterscheidbaren Niveaus. Die Fauna ist durchweg horizontiert entnommen; auch die Lesestücke vom Gipfelplateau der Nassacher Höhe können praktisch als horizontiert gelten, da sie von nirgendwo abgerutscht sind.

Die Erhaltung der Ammonitenfauna am Großen Haßberg ist in der Regel nicht optimal. Meist ist nur die Wohnkammer mit Sediment erfüllt, während der Phragmokon als limoniterfüllter Lösungshohlraum vorliegt. Nur ganz vereinzelt ist noch die ursprüngliche Kalzitfüllung des Phragmokons erhalten. Verdrückung in unterschiedlichem Maß ist häufig; die Innenwindungen sind z. T. flach gepreßt. Die Verdrückung hat in der Regel aber nicht alle wesentlichen Merkmale ausgelöscht, so daß in den meisten Fällen eine Bestimmung trotzdem möglich war.

Zweck nachfolgender Beschreibung der Fauna ist in erster Linie die Dokumentation, nicht eine Neubeschreibung der aufgefundenen Arten. Um das Formenspektrum voll zu erfassen, wurden auch Funde berücksichtigt, die zwar keine genaue Bestimmung zuließen, aber besondere Merkmale aufwiesen. Zum biostratigraphischen Vergleich wurde die hauptsächlich von LANGE und JÜNGST gut erforschte Faunenfolge NW-Deutschlands herangezogen, ferner Befunde in Süddeutschland von Hoffmann (1936) und Jüngst (1938) sowie solche auf Grund eigener Aufsammlungen in Oberfranken und Württemberg.

Eine Revision der aufgefundenen Arten war weder angestrebt noch möglich, einerseits wegen der Beschränktheit des Materials nach Umfang und Erhaltung, andererseits wegen der Unzugänglichkeit der Sammlung Lange, die ja fast alle Typen enthält, die bei einer Revision zu berücksichtigen wären. Auch ohne Revision ist ein Vergleich der Formen in Unterfranken mit solchen aus NW-Deutschland auf der Grundlage der Arbeiten Langes (1941; 1951) möglich. Zur Klärung dennoch offener Fragen beim Vergleich stand in begrenztem Umfang nordwestdeutsches Material aus den in der Einleitung genannten Sammlungen NW-Deutschlands zur Verfügung. Glücklicherweise waren diese Stücke großenteils von Lange selber beschriftet. Bei weitem nicht alle Arten und Unterarten Langes sind in den Sammlungen vertreten, und die belegten Arten sind oft nicht ausreichend repräsentiert (z. B. nur Alterswindungen u. ä.). Soweit Vergleichsstücke zur Verfügung standen, ist dies im Folgenden ausdrücklich angegeben.

Die aufgesammelte Fauna wird aufbewahrt im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart. Von den hier abgebildeten, vermessenen oder sonst hervorgehobenen Stücken werden die Inventar-Nummern angegeben. Von ausreichend erhaltenen Stücken werden die wichtigsten Maße angegeben (in Millimeter): Durchmesser (Dm), Nabelweite (Nw), Windungshöhe (Wh) sowie die Windungsbreite (Wb), außerdem die Rippenzahl (Rz) entweder des ganzen letzten Umgangs oder gegebenenfalls auch nur des halben (R/2) oder die des vorletzten Umgangs (v. U.). Außerdem werden die Gehäusemaße auf den Durchmesser bezogen (in Prozent), um Vergleiche zu erleichtern. Für Vergleiche ist zu berücksichtigen, daß alle Maße zwischen den Rippen genommen wurden. Lange hat, seinen Tafelabbildungen nach, Durchmesser und Windungshöhe nicht im Bereich der Medianlinie, sondern über den höchsten Erhebungen der Rippen an der Externkante gemessen, so daß seine relativen Windungshöhen größer, und entsprechend die relativen Nabelweiten kleiner sind als bei der hier verwendeten und auch sonst üblichen Art der Messung (vgl. Blind 1963: 43).

Auf Synonymie-Listen wird verzichtet, da nach Lange (1941; 1951) keine umfangreicheren Neubearbeitungen erschienen sind. Die Frage der Synonymie mit englischen und französischen Formen hätte den Rahmen und den Zweck vorliegender Arbeit überstiegen. Im übrigen sei auf die Synonymielisten Langes verwiesen.

Bei den nun folgenden Beschreibungen ist anfangs jeweils das bei der Bestimmung vorrangig berücksichtigte Literatur-Zitat angegeben. Bei Stücken mit offener Nomenklatur kann das Zitat auch mehrere, nah verwandte Arten umfassen.

Gattung *Psilophyllites* Spath

Psilophyllites hagenowi (Dunker)

(Taf. 1, Fig. 1—3; Abb. 5)

Vgl. Lange 1951: 64—63; Taf. 2, Fig. 3—16.

Es liegen 8 mehr oder minder vollständige Exemplare sowie ein Phragmokon-Bruchstück vor. Sie stammen sämtlich aus der Konkretionslage an der Ober-

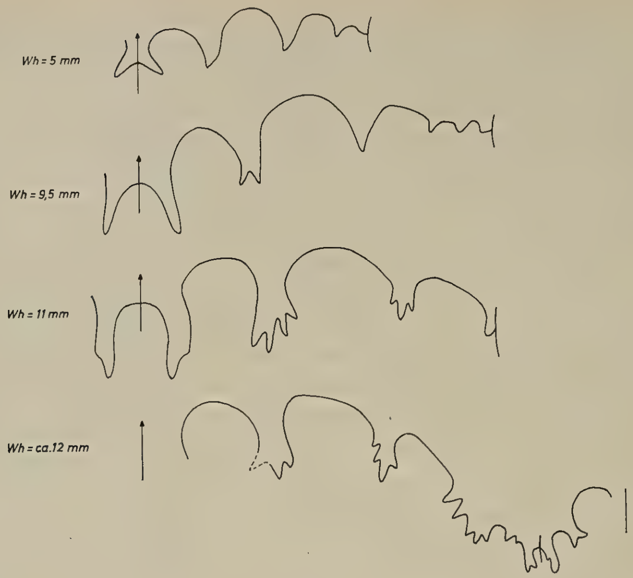


Abb. 5. Lobenlinien von *Psilophyllites hagenowi* im Profil 2 bei Sulzfeld. Inventar-Nummern der Belegstücke von oben nach unten: 24149/5, 24149/3, 24149/1, 24149/7.

grenze der *hagenowi*-Subzone am Weg zum Wasserbehälter (Profil 2). Bei vier Stücken waren Teile des Phragmokons so gut erhalten, daß eine Lobenlinie gezeichnet werden konnte. Die als Lösungshohlraum erhaltenen Phragmokonabschnitte wurden mit Silikonkautschuk ausgegossen.

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Bemerkungen
24149/1	48	23 (48)	15 (31)	10,5 (22)	Taf. 1, Fig. 1
24149/3	32	15,5 (48)	10 (31)	7 (22)	etwas verdrückt
24149/4	34	14,5 (43)	10,2 (30)	6,6 (19)	Taf. 1, Fig. 3
24149/5	23	9,7 (42)	7,7 (33)	5,5 (24)	Taf. 1, Fig. 2
24149/6	13,6	5,5 (40)	4,8 (35)	—	Jugendexemplar

Drei weitere, unvollständige Exemplare (24149/2, 8 u. 9) haben Durchmesser zwischen 30 und 35 mm. Die Mehrzahl der Stücke ist damit größer als der Durchschnitt des von Lange aus NW-Deutschland angegebenen Materials (Lange 1941: Maßtabelle S. 65). Die Maße überschreiten jedoch den von Lange (1941: 67) genannten Höchstwert von 40 mm nur bei einem Exemplar (24149/1), das einen Enddurchmesser von 50 mm erreicht haben dürfte. Möglicherweise standen Lange aus NW-Deutschland nur solche größeren Stücke zur Verfügung, die infolge Verdrückung für Messungen ungeeignet waren.

Die Windungsverhältnisse liegen innerhalb der von Lange angegebenen. Die Wohnkammer umfaßt einen halben Umgang. Die Flanken sind stark abgeplattet. Der Nabelabfall ist gerundet, eine scharfe Nabelkante besteht nicht. Als Skulptur kommen nur schwache, S-förmig geschwungene Anwachsstreifen vor.

Die Sutur nähert sich mit ihren im Verhältnis zu den Sätteln schmalen und langen Loben derjenigen von Langes Unterart *dunkeri* (vgl. Lange 1941: 69, Abb. 44—47). Ob der Abtrennung der Unterart eine stratigraphische Bedeutung zukommt, ist nicht bekannt. Im übrigen muß berücksichtigt werden, daß die Lobenlinie bei den Sulzfelder Stücken bei meist wesentlich größerer Windungshöhe abgenommen wurde; es müßte noch untersucht werden, wie die Lobenlinie bei gleichgroßen Stücken von *Ps. hagenowi* s. str. aus NW-Deutschland aussieht.

Gattung *Psiloceras* Hyatt
U.Gattung *Curviceras* Blind

Psiloceras (Curviceras) engonium Lange
(Taf. 1, Fig. 8—10; Abb. 6)

Vgl. Lange 1941: 81—84; Taf. 3, Fig. 5—8.

Sämtliche hierher gestellten Exemplare fanden sich in der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten des Profils 2, und zwar in konkretionären Aufarbeitungsrelikten eines fossilreichen Sandsteins, z. T. in dicht gedrängter Lagerung. Es liegen 5 größere Exemplare vor (24153/1—5) sowie etwa 20 Fragmente und Innenwindungen. Viele Stücke werden von der Oberfläche der Konkretionen abgeschnitten, sie ragen nie darüber hinaus. Bei einer Anzahl von Exemplaren ist der Phragmokon mit Lobenlinien erhalten.

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	Bemerkungen
24153/1	28	12 (43)	ca. 9 (32)	—	15 (R/2)	Taf. 1, Fig. 10
24153/2	26	11,2 (43)	8 (31)	6,5 (25)	27	—
24153/3	20	—	—	—	15 (R/2)	Nabel unpräp.
24153/4	18,5	8 (43)	5,5 (30)	4,8 (26)	27	Taf. 1, Fig. 9

Die relativ weitnabeligen Ammoniten mit mäßig weit stehenden und mehr oder minder S-förmig geschwungenen Rippen gehören auf Grund ihrer meist stark asymmetrischen, wenig zerschlitzten Lobenlinie mit nur primär gegliederten Sätteln zur Gattung *Psiloceras*. Da die Rippen in allen Altersstadien mehr oder minder deutlich über die Externseite wegziehen, und überdies die Elemente der Lobenlinie niedrig sind, liegt die Untergattung *Curviceras* Blind (1963) vor. Diese Untergattung hat ihre Hauptverbreitung in NW- und S-Deutschland in der *johnstoni*-Subzone (= *torus*-Zone sensu Lange). Sie erscheint dann in NW-Deutschland erst in der höchsten Subzone der Psiloceratenschichten, der *costatum*-(= *laqueus*-) Subzone, noch einmal mit einer einzelnen Art, *Curviceras engonium* Lange. Nach der Beschreibung Langes sowie nach (von Lange selbst beschrifteten) Vergleichsstücken in den Sammlungen von Göttingen, Hannover und Bielefeld lassen sich die Sulzfelder Stücke zur selben Art stellen.

Merkmale der Art sind die besonders niedrigen Elemente der Sutur sowie die Variabilität der Rippenausbildung im Externbereich. Wie bei den vorliegenden nordwestdeutschen Vergleichsstücken sind auch hier die Rippen extern sehr stark abgeschwächt und verbreitert; vereinzelt kann man die Externseite als glatt bezeichnen. Solche Formen faßte LANGE in den Unterarten *juengsti* und *polystreptum* zusammen. Nur bei einem einzigen Exemplar (24153/6) ziehen die Rippen unabgeschwächt über die Externseite. Bei einem anderen Teil der Stücke erfolgt die externe Abschwächung mehr oder minder abrupt, so daß Anklänge an *Saxoceras* am Beginn des schlotheimiiden Berippungsstadiums entstehen (z. B. Taf. 1, Fig. 8 b). Ähnlich ausgebildet ist eines von zwei Exemplaren von Falkenhagen in der Göttinger Sammlung (erwähnt bei LANGE 1941: 83). Die Lobenlinie läßt aber auch bei diesen Stücken keinen Zweifel an der Zugehörigkeit zu *Curviceras* (vgl. Taf. 1, Fig. 8 mit der zugehörigen Lobenlinie 8 in Abb. 6).

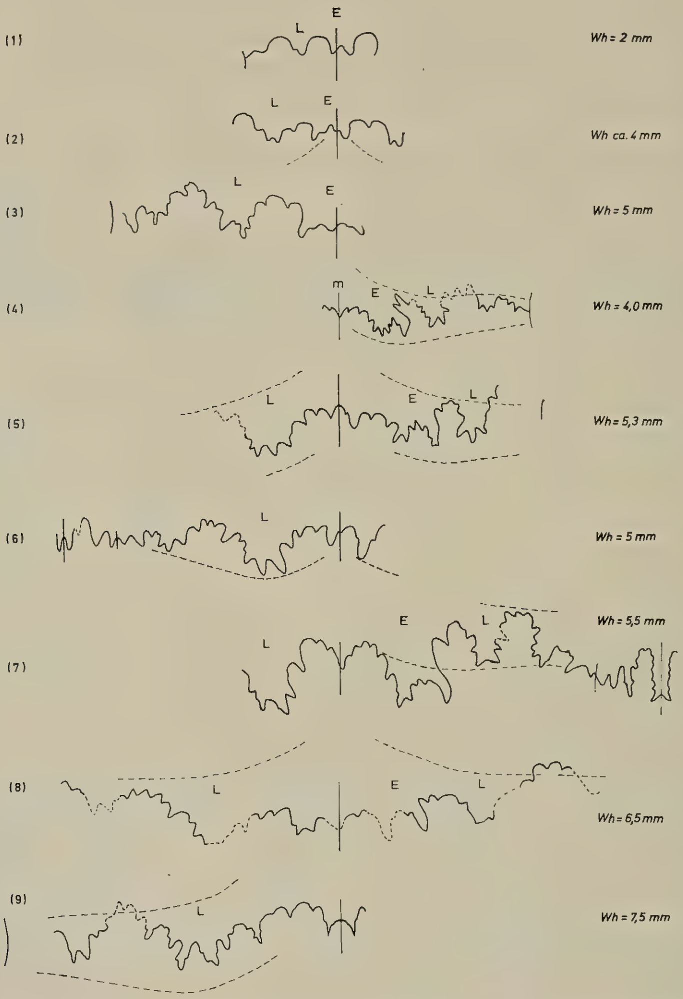


Abb. 6. Lobenlinien von *Curviceras engonium* LANGE im Profil 2 bei Sulzfeld. E Externlobus (gesichert durch Lage des Sipho im Querbruch), L Laterallobus, m Medianlinie. Die Lobenlinien (4) und (8) sind spiegelbildlich gezeichnet zum besseren Vergleich. Inventar-Nummern der Belegexemplare: (1) 24153/13, (2) 24153/19, (3) 24153/9, (4) 24153/4, (5) 24153/3, (6) 24153/7, (7) 24153/8, (8) 24153/5, (9) 24153/1.

Gattung *Saxoceras* LANGE

Saxoceras sp.
(Taf. 1, Fig. 11)

Vgl. *Saxoceras crassicostatum* BRANDES bei LANGE 1941: 123—125; Taf. 12, Fig. 5.

Aus dem Schillbänkchen unmittelbar über der Konkretionslage mit *Psilophyllites hagenowi* im Profil 2 stammt ein Ammonitenrest, der nur die innersten Windungen bis zum Übergang vom glatten zum berippten Stadium umfaßt; der letzte Umgang ist nicht in voller Höhe erhalten. Der Nabel ist tief und ziemlich eng. Die beginnenden Rippen sind sehr flach und breit. Nach Vergleichsmaterial der Göttinger Sammlung hat nur *Saxoceras crassicostatum* JÜNGST unter den Arten des vorliegenden stratigraphischen Bereichs vergleichbare Innenwindungen. Sonst beginnt die Berippung immer schärfer und meist auch dichter. Es könnte natürlich auch eine noch unbekannte Form vorliegen. Es scheint jedoch ziemlich sicher, daß dieses Stück die *schroederi*-Subzone einleitet.

Saxoceras schroederi LANGE
(Taf. 1, Fig. 4)

Vgl. LANGE 1941: 125—128, Taf. 11, Fig. 2—6.

Das einzige — und erste in Franken gefundene — Exemplar wurde der Konkretionslage ca. 50 cm über der Basis der *schroederi*-Subzone im Profil 6 entnommen. Vom letzten Umgang ist nur ein kurzes Stück der Wohnkammer körperlich erhalten. Vom fragmentarischen Rest des Umgangs wie auch von den Innenwindungen liegt nur der Abdruck vor. Durch ungleichmäßige Setzung im Randbereich der Konkretion ist die Wohnkammer nach außen verschoben; zudem ist der vorletzte Umgang etwas verdrückt. Dadurch erscheint die Nabelweite zu groß, während die Nabelweite des vorletzten Umgangs etwas zu klein ist relativ zu dem verdrückten Umgang. Der ursprüngliche Durchmesser des Stücks mag bei 120 mm gelegen haben.

Die Zugehörigkeit zu *Saxoceras* wird durch den ontogenetischen Wechsel des Berippungstyps erwiesen. Auf der vorletzten Windung ist extern der Übergang von der schlotheimiiden zur psiloceratiden Berippung erhalten. Die für *Saxoceras* im Adultstadium typische Beschränkung der Rippen auf die Flanken (Hauptunterschied zu *Schlotheimia*!) ist bei dem Stück modellhaft klar ausgeprägt.

Der auffallend enge Nabel weist auf *Saxoceras schroederi* LANGE; die relativ dichte Berippung (36 Rippen pro Umgang) und der hochovale Windungsquerschnitt zeichnen die Unterart *gottingense* LANGE aus; auch die im Gegensatz zu *schroederi* s. str. bei dieser Unterart schmalere externe Rippenunterbrechung im schlotheimiiden Stadium erwähnt LANGE.

Saxoceras sp.
(Taf. 1, Fig. 5)

Vgl. *Saxoceras angersbachense* LANGE 1941: 130—131; Taf. 12, Fig. 1—2.

Aus der Schillbank unmittelbar über der Konkretionslage mit *Saxoceras schroederi* in Profil 6 liegt ein nicht bestimmbares Windungsfragment vor, dessen Besonderheiten jedoch festgehalten seien. Die Windungshöhe nimmt deutlich langsamer zu als bei *Saxoceras schroederi,* so daß die Nabelweite relativ wesentlich größer gewesen sein muß. Die Rippen sind breit und gerundet und verleihen der Flanke wellblechartigen Habitus. Die Rippen sind auffallend stark nach vorn geschwungen. Vergleichbare Formen sind aus der *costatum-* (= *laqueus-*) Subzone nicht bekannt, weder aus NW-Deutschland noch aus Württemberg. In der Fauna der tieferen *Saxoceras*-Schichten hat nur *Saxoceras angersbachense* stark vorgezogene Rippen (vgl. hierzu LANGE 1941: Taf. 12, Fig. 1). Es könnte aber auch eine neue Form vorliegen. Die *angersbachense*-Subzone jedenfalls scheint mit dem Fragment nicht hinreichend belegt.

Saxoceras ex gr. *costatum* LANGE
(Taf. 1, Fig. 6)

Vgl. LANGE 1941: 131—150, Taf. 14, Fig. 3—5, Taf. 16, Fig. 4—5.

Ein verdrücktes Wohnkammerfragment fand sich in einer Konkretion im unteren Teil der Tone, die die Psiloceratenschichten im Profil 3 nach oben abschließen. Der Hohldruck der vorletzten Windung zeigt schlotheimiide Rippenunterbrechung auf der Externseite. Die Unterbrechung ist schmal, der Externwinkel der Rippen sehr stumpf. Die Rippen sind niedrig und schmal und stehen mäßig dicht. Auf den Flanken des letzten Umgangs sind die Rippen in der Mitte am kräftigsten und schwächen sich gegen die Externseite ab, über die sie stark erniedrigt hinwegsetzen. Es liegt hier der Beginn der psiloceratiden Berippung vor, es handelt sich somit um *Saxoceras.*

Die Nabelweite muß relativ groß gewesen sein (die Höhe der verdrückten Windung erscheint zu groß). Die scharfen, niedrigen Rippen sind nicht typisch für die Formen der tieferen *Saxoceras*-Schichten, ebensowenig wie die schmale externe Rippenunterbrechung. Auch erfolgt der Übergang zur psiloceratiden Berippung bei ihnen nicht so früh. Es handelt sich viel eher um einen Vertreter der *costatum*-Gruppe. Saxoceraten dieser Gruppe sind zwar fast durchweg sehr weitnabelig, aber es gibt auch einige höhermündige, wie *Saxoceras tachyphyes* LANGE. Die genannte Art weist nach Vergleichsstücken der Sammlungen Hannover und Bielefeld bei etwa gleicher Windungshöhe schon eine stärkere Tendenz der Rippen zu Verbreiterung und Abflachung gegen die Externseite auf als vorliegendes Stück. Wenn somit die genaue Artzugehörigkeit auch unsicher bleibt, weist das Stück doch ziemlich sicher auf die *costatum*-Subzone.

Saxoceras sp.
(Taf. 1, Fig. 7)

Vgl. *Saxoceras teutoburgense* LANGE 1941: 144—145; Taf. 16, Fig. 2—3.

Das Exemplar wurde gefunden in der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten in Profil 2 unmittelbar zusammen mit *Curviceras engonium.* Die Wohnkammer ist als Sandsteinkern erhalten, der Phragmokon als Lösungshohlraum. Das Stück ist auffallend engnabelig; die Nabelweite ist fast gleich der Windungshöhe. Die Flanken sind flach, der Nabelabfall ist (im Unterschied zu den Schlotheimien der Bank) steil; der Windungsquerschnitt ist dementsprechend angenähert hochrechteckig. Die Rippen laufen extern unter stumpfem Winkel aufeinander zu und weisen entlang der Medianlinie eine nur schmale Unterbrechung auf.

Bei derartigen isolierten Stücken aus dem Grenzbereich Psiloceraten-/Schlotheimienschichten ist es, wie schon LANGE feststellte, kaum möglich, zwischen Schlotheimien und nicht ausgewachsenen Exemplaren von *Saxoceras* zu unterscheiden. Allein die Fundsituation inmitten von Curviceraten macht die Zugehörigkeit zu *Saxoceras* wahrscheinlich. Die Bestimmung ist umso schwieriger, als es nichts Vergleichbares in der nordwestdeutschen *costatum*-Subzone gibt. Die hochmündigste Art dort, *Saxoceras teutoburgense* LANGE, ist immer noch niedriger. Hochmündige Saxoceraten kommen jedoch in der *laqueus*-Subzone Württembergs vor, und zwar in Kalkkonkretionen, die aus unterlagernden Tonen in die Oolithenbank umgelagert wurden. Die Zugehörigkeit dieser Formen zu *Saxoceras* wird durch ein voll ausgewachsenes Exemplar mit typisch psiloceratider Berippung der Wohnkammer von Wüstenrot (Löwensteiner Berge) erwiesen.

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	Bemerkungen
24156	28,5	10,8 (38)	10,5 (37)	8,8 (31)	28—29	Taf. 1, Fig. 7

Gattung *Schlotheimia* BAYLE

Schlotheimia ex gr. *angulata* (SCHLOTHEIM)

(Taf. 3, Fig. 7)

Vgl. LANGE 1951: 31—40; Taf. 1, Fig. 1—9, 14—15; Taf. 2, Fig. 9—13.

Es liegt ein verdrücktes Wohnkammerfragment mit einem Rest der vorletzten Windung aus einer fossilreichen Sandsteinbank im Sandsteinhorizont 4 des Profils 4 vor. Ein kleines Fragment aus dem Externbereich eines weiteren Stücks aus derselben Bank sowie ein ähnliches aus einer höheren Schicht gehören auf Grund der gleichen externen Ausbildung der Rippen wahrscheinlich zur selben Art. Das Wohnkammerfragment war fast senkrecht zur Schichtung eingebettet, die kleinen Fragmente in entsprechender Orientierung. Deshalb ist bei keinem der Stücke der Externwinkel der Rippen durch Kompaktion wesentlich verringert worden.

Die scharfen, nicht sehr hohen Rippen biegen extern stark vor, so daß sie in spitzem Winkel aufeinander zu laufen. Sie sind extern unterbrochen, jedoch gegen Ende der Wohnkammer nicht mehr vollständig. Soweit noch erkennbar, war der Nabel des Stücks nur mäßig weit. Der ausgesprochen spitze Externwinkel der Rippen bei allen drei Stücken (um 60°) unterscheidet die Form von sonst ähnlichen Schlotheimien NW-Deutschlands. Dagegen ist er bei *Schlotheimia angulata* s. l. des Angulatensandsteins s. str. in Württemberg (= Hauptsandstein FRANK 1930) die Regel. Bei der württembergischen Form ist auch fast immer die externe Rippenunterbrechung auf der Wohnkammer nicht mehr vollständig. (Auf weitere Unterschiede zwischen der nordwest- und der süddeutschen *Schlotheimia angulata* sei hier nicht eingegangen, da an dem Stück aus Erhaltungsgründen nicht deutlich.)

Schlotheimia sp.

(Taf. 3, Fig. 6, 8, 9)

Ob die hier zusammengefaßten Funde alle zur selben Art gehören, ist wegen der z. T. wenig guten Erhaltung nicht sicher; sie haben jedoch so bezeichnende Merkmale gemeinsam, daß sie zumindest sehr nahe verwandt sein dürften. Das besterhaltene Exemplar stammt aus der fossilreichen Sandsteinbank in der Mitte von Sandsteinhorizont 3 in Profil 2 (Taf. 3, Fig. 6). Ein weiteres, allerdings unvollständiges und verdrücktes Exemplar (Taf. 3, Fig. 8) und fünf Fragmente stammen aus den Konkretionen unmittelbar über dem fossilreichen Sandsteinbänkchen in der Mitte des Tonpakets zwischen den Sandsteinhorizonten 2 und 3, ebenfalls in Profil 2. In eben diesem Sandsteinbänkchen kam in Profil 3 ein weiteres, verdrücktes Exemplar zutage. In oben erwähnter Konkretionslage in Profil 2 fanden sich außerdem zahlreiche Innenwindungen (Taf. 3, Fig. 9), die möglicherweise hierher gehören.

Alle Stücke sind mäßig weitnabelig. Die ihnen gemeinsame Eigenart ist die Berippung. Die Rippen stehen mäßig dicht. Sie sind auffallend niedrig, dabei scharf. Bis über die Flankenmitte laufen sie radial und biegen dann stark nach vorn; vereinzelt ist S-Schwung angedeutet. Extern laufen die Rippen spitzwinklig aufeinander zu (um 80°, gemessen an unverdrückten Stücken). Sie erheben sich an der Externkante nicht oder kaum merklich über die Medianlinie, so daß der für *Schlotheimia* so bezeichnende Abfall der Rippen und das dadurch entstehende furchenähnliche Bild der Externseite fehlen, und zwar in allen Altersstadien. Die Lobenlinie, bei einem Fragment (Inv.-Nr. 24183/2) erhalten, ist einfach und wenig tief zergliedert.

Eine vergleichbare Form ist aus NW-Deutschland nicht bekannt. In Württemberg dagegen ist die Art in den unteren Schlotheimienschichten verbreitet.

Schlotheimia tenuis Lange

(Taf. 3, Fig. 1—2)

Vgl. Lange 1951: 44—46; Taf. 3, Fig. 1—3.

Ein unvollständiges Exemplar (Taf. 3, Fig. 1) und ein Fragment stammen aus der fossilreichen Sandsteinbank in der Mitte von Sandsteinhorizont 3 im Profil 2. Ein weiteres Stück fand sich in der ähnlich ausgebildeten Sandsteinbank in der unteren Hälfte desselben Sandsteinhorizonts in Profil 3. Schließlich liegt noch ein Stück von der Nassacher Höhe aus einem fossilreichen Sandsteinblock im Bauaushub des Gittermasts vor (Taf. 3, Fig. 2).

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	Bemerkungen
24178	ca. 47	ca. 22 (47)	14 (30)	9,2 (20)	ca. 26 (R/2)	Taf. 3, Fig. 1
24174	29	11 (38)	10,5 (36)	7 (24)	41	Taf. 3, Fig. 2
24177	ca. 36	14,4 (40)	11,8 (33)	6,8 (19)	39 (v. U.)	

Die Art ist gekennzeichnet durch weiten Nabel, schmalen Windungsquerschnitt sowie einfache, engstehende, scharfe, niedrige Rippen, die auf der Wohnkammer z. T. nicht vollkommen unterbrochen sind. Der Nabel ist auffallend flach.

Schlotheimia cf. *tenuis* Lange

(Taf. 3, Fig. 3)

Vgl. Lange 1951: 44—47; Taf. 3, Fig. 1—5.

Hier sind zwei ziemlich verschiedene Exemplare zusammengefaßt. Das eine stammt aus demselben Sandsteinblock auf der Nassacher Höhe wie die zuvor erwähnte *Schl. tenuis*. Es stimmt in allen Eigenschaften mit *Schl. tenuis* s. str. überein, hat jedoch einen deutlich breiteren Windungsquerschnitt und daher eine mehr gerundete Externseite. Dieses Merkmal hat sie mit *Schl. polyptycha* LANGE gemeinsam, die aber engernabelig ist. Das vorliegende Stück steht damit ziemlich genau zwischen beiden Arten. Alle diese Formen kommen biostratigraphisch zusammen vor. (Inv.-Nr. des Stücks 24172.)

Das Taf. 3, Fig. 3 abgebildete Stück wurde in der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten im Profil 6 gefunden. Es ist genauso schmal und hat so niedrige, scharfe Rippen wie die Art selber, unterscheidet sich aber durch die merklich niedrigere Rippenzahl (37).

Schlotheimia oxygonia LANGE
(Taf. 3, Fig. 4—5)

Vgl. LANGE 1951: 47—49; Taf. 3, Fig. 6—7.

Es liegen 3 Exemplare der Art von Sulzfeld vor sowie ein sehr kleines von der Nassacher Höhe aus oben erwähntem Sandsteinblock. Zwei der Sulzfelder Stücke fanden sich in der fossilreichen Sandsteinbank in der Mitte von Sandsteinhorizont 3 im Profil 2 und ein verdrücktes in dem obersten Sandsteinbänkchen von Sandsteinhorizont 2 im Profil 3. Die *Schl. tenuis* sehr nahe stehende Art unterscheidet sich praktisch nur durch den engen Nabel. Es lag eine Anzahl nordwestdeutscher Vergleichsstücke aus den Sammlungen in Göttingen und Hannover vor.

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	Bemerkungen
24176/1	21	6,2 (29)	8,6 (41)	5,5 (27)	40	Taf. 3, Fig. 5
24176/2	20,6	6,4 (31)	8,2 (40)	—	36	Taf. 3, Fig. 4

Schlotheimia ex gr. *complanata* v. KOENEN
(Taf. 2, Fig. 10)

Vgl. LANGE 1951: 94—103; Taf. 16, Fig. 3; Taf. 17, Fig. 1—3.

Das sehr fragmentarische Stück kam in der fossilreichen Bank in der Mitte von Sandsteinhorizont 3 im Profil 2 zutage. Die Windungshöhe des Wohnkammerfragments beträgt 18 mm; die Nabelweite dürfte nur um weniges größer gewesen sein. Der Durchmesser mag zwischen 45 und 50 mm gelegen haben.

Die Rippen stehen mäßig dicht. Sie sind niedrig und vor allem in der oberen Flankenhälfte stumpf. Einzelne erheben sich an der Externkante besonders hoch und brechen dann ab. Hier und auch auf den Flanken macht sich eine beginnende Unregelmäßigkeit der Berippung bemerkbar. Der Windungsquerschnitt ist schmal, die Flanken sind flach. Dies ist nicht eine Folge von Verdrückung, denn ähnliche Formen wurden auch in Oberfranken und Württemberg in den unteren Schlotheimienschichten gefunden.

Windungsquerschnitt und Art der Berippung erinnern an *Schlotheimia complanata* [= *stenorhyncha* LANGE] in NW-Deutschland. Am nächsten kommt die hochmündige Unterart *alta* LANGE, von der ein Vergleichsstück aus der Göttinger Sammlung vorlag. Das Sulzfelder Fragment unterscheidet sich allerdings in einem wichtigen Merkmal von fast der gesamten *complanata*-Gruppe NW-Deutschlands: die Rippen stehen wesentlich weniger dicht. Die schon erwähnten, in Oberfranken und Württemberg gefundenen Exemplare zeigen dieselbe Eigentümlichkeit. Vergleichbare Funde sind aus NW-Deutschland bisher nicht bekannt; es gibt dort nur eine Unterart von *Schl. complanata* mit niedriger Rippenzahl: *Schl. complanata transiens* Lange. Diese Unterart hat aber ganz anderen Windungsquerschnitt (breiter, mit gewölbten Flanken) und erinnert mitsamt der Art der Berippung stark an *Schl. polyeides* Lange. Vertreter der *polyeides*-Gruppe kommen in Süddeutschland auch vor.

Das Fehlen der meisten Formen der nordwestdeutschen *complanata*-Gruppe in Süddeutschland und das Auftreten anderer Formen hier unterstreicht die stratigraphische Eigenständigkeit des süddeutschen Anteils der *complanata*-Subzone.

Schlotheimia phobetica Lange
(Taf. 2, Fig. 6—9)

Vgl. Lange 1951: 60—62; Taf. 5, Fig. 4—8.

Unter den Schlotheimien von Sulzfeld ist diese Art am häufigsten. Es fanden sich 12 nicht immer vollständige Exemplare sowie 7 Fragmente, und zwar sämtliche in der fossilreichen Sandsteinbank in der Mitte des Sandsteinhorizonts 3 in Profil 2. Ein weiteres Stück liegt aus dem Sandstein des Gipfelplateaus der Nassacher Höhe vor.

Die Art gehört zur *angulosa*-Gruppe (Untergattung *Anguliferites* Lange, deren Gültigkeit nicht unumstritten ist). Diese Gruppe zeichnet sich dadurch aus, daß die Rippen in allen ontogenetischen Stadien extern nicht oder nicht vollständig unterbrochen sind, sondern sich median unter einem rechten bis stumpfen Winkel vereinen. Die vorliegende Art ist besonders weitnabelig, außerdem sind Unregelmäßigkeiten der Berippung sehr häufig, speziell ungleiche Rippenabstände. Dies war auch bei nordwestdeutschen Vergleichsstücken aus den Sammlungen von Göttingen und Hannover der Fall.

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	Bemerkungen
24170/2	23,3	9,3 (40)	7,3 (31)	—	—	
24170/7	23,2	9,3 (40)	8 (34)	—	12 (R/2)	etwas verdrückt
24170/8	19,5	7,7 (39)	6,8 (35)	—	—	
24170/9	18,6	7,9 (42)	6,3 (34)	—	—	

Ein verdrücktes größeres Stück aus derselben Bank (Inv.-Nr. 24180, Dm = ca. 38 mm) mit ziemlich regelmäßigen Rippenabständen gehört auf Grund des weiten Nabels vielleicht auch zu der Art, könnte aber auch zu der Art *Schl. macilenta* Lange zu stellen sein.

Schlotheimia angulosa oligoptycha Lange
(Taf. 2, Fig. 5)

Vgl. Lange 1951: 56—58; Taf. 5, Fig. 3.

Das seitlich verdrückte Stück stammt aus derselben Bank in Profil 2 wie *Schl. phobetica*. Die Rippen laufen als dünne Leisten über die flachen Flanken und ununterbrochen über die Externseite; ihre Abstände sind auffallend weit und unregelmäßig. Hierin schließt sich das Stück an *Schlotheimia phobetica* an. Lediglich der Nabel ist viel enger, was nicht allein Folge der Verdrückung sein kann. Von der nordwestdeutschen *Schlotheimia angulosa oligoptycha,* der das Exemplar nahe zu kommen scheint, lag leider kein Vergleichsstück vor.

Schlotheimia angulosa Lange
(Taf. 2, Fig. 1—2)

Vgl. Lange 1951: 53—56; Taf. 4, Fig. 3—10; Taf. 5, Fig. 12.

Es liegen 5 Exemplare vor, die alle in der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten gefunden wurden, vier davon im Profil 6, eines im Profil 2. Sie weisen leichte, z. T. auch stärkere Verdrückung auf, und zwar ist die Spiralform auf Grund schräger oder vertikaler Einbettung im Sandstein mehr oder weniger deformiert. Von einem Exemplar seien die Maße parallel und senkrecht zur Deformationsrichtung gegeben; die übrigen Stücke sind sehr ähnlich.

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	Bemerkungen
24154/1	37,5	15 (40)	13 (35)	9 (24)	36	Taf. 2, Fig. 1
„	32	12,2 (38)	11,2 (35)	8,6 (26)	—	1/4 U. zurück

Der Windungsquerschnitt ist hochoval, der Nabelabfall flach. Das Exemplar von Profil 2 (Inv.-Nr. 24165) ist wesentlich breiter als die Stücke von Profil 6. Die Rippen sind wechselnd hoch, auch variieren die Rippenabstände etwas. Sie ziehen in allen Altersstadien kaum abgeschwächt über die Externseite hinweg, wobei sie sich in einem Winkel treffen, der bei den schmalen Exemplaren von Profil 6 etwas größer als 90° ist, bei dem breiten des Profils 2 wesentlich stumpfer (vgl. Taf. 2, Fig. 1 b und 2 c). Die Lobenlinie, bei Exemplar 24154/1 erhalten, ist ziemlich einfach, wie es für diejenigen Schlotheimien charakteristisch ist, für die Lange (1951) die Art *Schlotheimia angulata* als typisch betrachtete (Langes ungültige Untergattung *Scamnoceras*). Alle Merkmale weisen auf *Schlotheimia angulosa* Lange, bei der Lange verschiedene Varianten unterschieden hat.

Schlotheimia cf. *angulosa* Lange
(Taf. 2, Fig. 3)

Es liegt ein schräg zur Schichtung eingebettetes und entsprechend deformiertes Exemplar aus der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten des Profils 3 vor (Taf. 2, Fig. 3), das ohne Kenntnis der vorletzten Windung nicht von den oben unter *Schl. angulosa* (schmale Variante) beschriebenen Stücken zu unterscheiden wäre. Die Rippen ziehen auf der Wohnkammer unabgeschwächt über die Externseite wie bei genannter Art. Auf der vorletzten Windung dagegen sind sie fast vollständig unterbrochen.

Ein Wohnkammerfragment aus derselben Bank in Profil 2 (Inv.-Nr. 24166) zeigt dieselbe Erscheinung. Auf einem weiteren Wohnkammerfragment aus der gleichen Bank in Profil 3 ist der Übergang von der unterbrochenen zur durchziehenden Externausbildung der Rippen erhalten (Inv.-Nr. 24167/2).

Lange hat ein ähnliches Beispiel abgebildet (Lange 1951, Taf. 4, Fig. 3 b) und nicht gezögert, es zu *angulosa* zu stellen. Die Einbeziehung solcher Formen zeigt, wie problematisch die Aufrechterhaltung von *Anguliferites* als eigene Untergattung ist. Das ändert aber nichts daran, daß zumindest die typischen Vertreter der *angulosa*-Gruppe ausgezeichnete Leitfossilien sind.

Schlotheimia cf. *gonyphora* Lange
(Taf. 2, Fig. 4)

Vgl. Lange 1951: 58—59; Taf. 5, Fig. 9—11.

Ebenfalls aus der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten werden hier zwei Wohnkammerfragmente zusammengefaßt, je eines aus Profil 2 (Taf. 2, Fig. 4) und aus Profil 6. Die Merkmale der *angulosa*-Gruppe sind auf der letzten Windung ausgebildet: unabgeschwächt und gewinkelt über die Externseite ziehende Rippen und flacher Nabelabfall. Die Rippen sind auffallend kräftig und weitstehend. Die Externseite ist stumpf gekantet. Diese Merkmale weisen auf die Art *Schlotheimia gonyphora,* von der leider kein Vergleichsstück vorlag. Auf dem vorletzten Umgang der beiden Fragmente von Sulzfeld waren die Rippen extern fast vollständig unterbrochen. Zu dieser Erscheinung gilt das bei *Schl.* cf. *angulata* Bemerkte.

Angesichts ihres Auftretens in der Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten könnte man bei den Formen mit Skulpturwechsel auch an *Saxoceras* denken. Denn auch bei *Saxoceras* ziehen die Rippen im Übergangsstadium von der schlotheimiiden zur psiloceratiden Berippung über die Externseite. Allerdings sind sie hierbei stets stark abgeschwächt, außerdem bilden sie median einen weiten Bogen und keinen Winkel. *Curviceras* kann ebenfalls nicht vorliegen, da bei dieser Untergattung kein so ausgeprägter ontogenetischer Wechsel der Externskulptur vorkommt. Es handelt sich deshalb um Schlotheimien. Es sei noch angemerkt, daß die Dicke der Rippen kein Unterscheidungskriterium zwischen *Saxoceras* und *Schlotheimia* ist. Bei beiden Gattungen kommen dicke wie auch dünne Rippen vor.

Schlotheimia ex gr. *posttaurina* Wähner
(Taf. 3, Fig. 10)

Vgl. Wähner 1886: 189—190; Taf. 23, Fig. 18.

Im Profil 1 fanden sich in einer Schill-Lage des Sandsteinhorizonts 6 sechs kleine Fragmente von Schlotheimien zusammen mit Arietitidenresten. Fünf davon sind Fragmente von Jugendexemplaren (geschätzter Gehäusedurchmesser 5 bis 10 mm), eines ist der Abdruck der Externseite eines größeren Exemplars.

Der Windungsquerschnitt ist (bei den Jugendexemplaren) rund, etwas breiter als hoch. Die Nabelweite dürfte etwa die Größe der Windungshöhe erreichen. Die Rippen sind ziemlich scharf, stehen mäßig dicht und verlaufen in etwa radial über die Flanken. Extern brechen sie unvermittelt ab; entlang der relativ breiten medianen Unterbrechung stehen sie sich in sehr stumpfem Winkel gegenüber, der bis ca. 3 mm Windungshöhe fast 180° beträgt und dann allmählich kleiner wird. Auffallend ist das Alternieren von Lang- und Kurzrippen bei allen Stücken; auch Übergänge zu Spaltrippen kommen vor.

Schlotheimien von diesem Habitus sind außerhalb der Alpen nur aus dem Sinemurium bekannt. Allerdings war bisher nicht sicher, welchen Altersformen solche Jugendexemplare zuzuordnen sind. Vor allem zur Bestimmung württembergischer Funde wurden deshalb Originalstücke zu Wähner 1886 aus der Geologischen Bundesanstalt Wien neu untersucht. Es würde zu weit führen, hier die Ergebnisse mitzuteilen. Auf Grund der Untersuchung können die Stücke von Sulzfeld zu der Gruppe um *Schlotheimia posttaurina* gestellt werden. Diese Art kommt in den Alpen nach Wähner in der *rotiforme*-Subzone vor, ebenso in Württemberg und England, wie sich anhand der Literatur und von Neufunden zeigte. In Württemberg setzt die Art schon vor *Coroniceras rotiforme* ein und hat so tief offenbar sogar ihre Hauptverbreitung.

Arietitidae indet.

(Taf. 3, Fig. 11—12)

Im Profil 1 fanden sich im selben Horizont von Sandsteinhorizont 6 zusammen mit den eben beschriebenen Schlotheimien (ex gr. *posttaurina*) zwei Fragmente von Arietitiden, eines von einer Jugendform (Taf. 3, Fig. 11) und eines von einer Adultwindung (Taf. 3, Fig. 12).

Maßtabelle

Inv.-Nr.	Dm	Nw	Wh	Wb	Rz	$\frac{Wh}{Nw}$	$\frac{Wh}{Wb}$
24187	10,5	3,8 (36)	3,2 (30)	2,6 (25)	12 (R/2)	3,8	1,2

Bei der Jugendwindung ist trotz des frühen Entwicklungsstadiums bereits ein deutlicher Kiel vorhanden. Die Windungsbreite ist im Verhältnis zur Windungshöhe auffallend gering; nach Blind (1963) scheidet damit zumindest *Coroniceras* als Gattungsbestimmung aus. Nach Blind müßte es sich um *Arnioceras* handeln. Allerdings war das von Blind untersuchte Material nicht so umfangreich, daß die Variationsbreite der einzelnen Gattungen schon als gesichert gelten könnte, so daß auch *Vermiceras* in Betracht zu ziehen wäre.

Das Adultfragment läßt genausowenig eine sichere Bestimmung zu. Immerhin zeigt es einige wichtige Merkmale. Nach der Stellung der Rippen hat es sich mit ziemlicher Sicherheit um eine weitnabelige Form gehandelt. Die Querschnittsform war angenähert hochrechteckig. Ein Kiel ist deutlich ausgebildet, Furchen sind dagegen kaum angedeutet. Die Rippen stehen radial oder kaum merklich nach vorn gekrümmt; sie enden vor Erreichen der Externseite. Sie stehen mäßig dicht und sind niedrig und stumpf. Derartige Formen findet man am ehesten bei *Metophioceras*.

Arnioceras oppeli Guerin-Franiatte

(Taf. 3, Fig. 13)

Vgl. Guerin-Franiatte 1966: 267—271; Taf. 143, Fig. 1—3.

Die drei aufbewahrten Stücke liegen auf einer Platte aus der Mitte des Arietenkalks in Profil 5 (3. Kalkhorizont von unten); weitere Exemplare waren sehr schlecht erhalten. Auch die aufbewahrten Stücke sind verdrückt. Bei einem davon (mittleres der Platte) sind der hohe Kiel und die seichten Furchen z. T. noch erkennbar. Kennzeichnend für die Art ist vor allem der streng radiale Rippenverlauf. Die Rippen sind schmal und scharf und durch breite Interkostalräume voneinander getrennt. Die Rippenzahl (ca. 31) entspricht dem Durchschnitt der Art. Soweit erkennbar, setzt die Berippung schon sehr früh ein, ein weiteres Merkmal der Art gegenüber anderen Arnioceraten.

Nach GUERIN-FRANIATTE (1966) mußte der bisher gebräuchliche Name *Arnioceras geometricum* (OPPEL) durch einen neuen Namen ersetzt werden, da OPPELS *Ammonites geometricus* sich als jüngeres Homonym zu *Ammonites geometricus* PHILLIPS erwiesen hat.

6. Nachsatz zur Gliederung des Hettangiums

In vorliegender Arbeit wird das Hettangium in herkömmlicher Weise in Psiloceraten- (= Psilonoten) und Schlotheimien- (= Angulaten-) Schichten gegliedert (die neueren Bezeichnungen u. a. bei JÜNGST 1927 und GEYER & GWINNER 1964). Diese Gliederung geht auf QUENSTEDT (1843) zurück, dem OPPEL (1856) mit seinen zwei Zonen (*planorbis*- und *angulata*-Zone) folgte. Die Grenzziehung zwischen beiden Abschnitten schwankte lange; seit den Arbeiten LANGES hat sie sich im deutschen Bereich vereinheitlicht. Diese Einheitlichkeit wurde Anfang der sechziger Jahre erschüttert durch die verstärkten Bemühungen, zu einer international abgestimmten Gliederung zu kommen. Eingeleitet wurden diese Bemühungen durch die grundlegende Arbeit von DEAN, DONOVAN & HOWARTH (1961), in der versucht wird, eine in der ganzen nordwesteuropäischen Faunenprovinz (zu der die Autoren zu Recht auch Süddeutschland rechnen) anwendbare Jura-Gliederung zu geben. DONOVAN führte in der genannten Arbeit — in Anlehnung an die französische Gliederung (seit COLLENOT 1869: 64) — eine dritte Zone, die Liasicus-Zone, ein, in der er die Schichten mit „*Waehneroceras*" zusammenfaßt. Diese Schichten gehörten vorher in ihrem tieferen Teil zur Planorbis-, in ihrem höheren zur Angulata-Zone (SPATH 1942, zit. in ARKELL 1956: 38, und DONOVAN 1956: Tab. bei S. 210).

Zur Liasicus-Zone rechnet DONOVAN konsequenterweise alle Subzonen von LANGE, die „*Waehneroceras*" führen; er zählt sie einzeln auf: *torus*- [= *johnstoni*-], *hagenowi*-, *schroederi*-, *angersbachense*- und *costatum*- [= *laqueus*-] Subzone (DONOVAN in DEAN, DONOVAN & HOWARTH 1961: 445—446); das ist der größte Teil der Psiloceratenschichten. Die so definierte Liasicus-Zone enthält, wie erwähnt, auch Teile der seitherigen Planorbis-Zone der englischen Autoren vor DONOVAN 1961. Ein Ober-Hettangium, dem die so erweiterte Liasicus-Zone zugeschlagen ist, würde ein ganz extremes Übergewicht über das in diesem Fall zu einem Rudiment geschrumpfte Unter-Hettangium erlangen (s. Abb. 7). Wohl deshalb hat DONOVAN auf eine Gliederung in Ober- und Unter-Hettangium verzichtet; auch bei den Jura-Kolloquien 1962 und 1967 in Luxemburg kam es zu keiner internationalen Vereinbarung über eine Zweiteilung des Hettangiums.

Der Gliederungsvorschlag DONOVANS wurde in Deutschland unterschiedlich aufgenommen. Einheitlich zeigte sich der Wunsch, die seitherige Zweiteilung zu bewahren, wenn auch auf unterschiedliche Weise. BRAND & HOFFMANN (1963) suchten in einer Gliederung für NW-Deutschland einen Kompromiß, indem sie die Liasicus-Zone einschränkten durch Höherlegen ihrer Untergrenze, nämlich an die Basis der *schroederi*-Subzone LANGES (d. h. an das Einsetzen der Gattung *Alsatites*). Bei dieser Grenzziehung entsprechen Unter- und Ober-Hettangium in etwa der Planorbis- und der Angulata-Zone der englischen Autoren vor DONOVAN 1961. JORDAN (in HOFRICHTER 1976: 46) legte die Untergrenze der Liasicus-Zone wieder etwas tiefer, an die Basis der *hagenowi*-Subzone; auch er rechnet die Liasicus-Zone zum Ober-Hettangium.

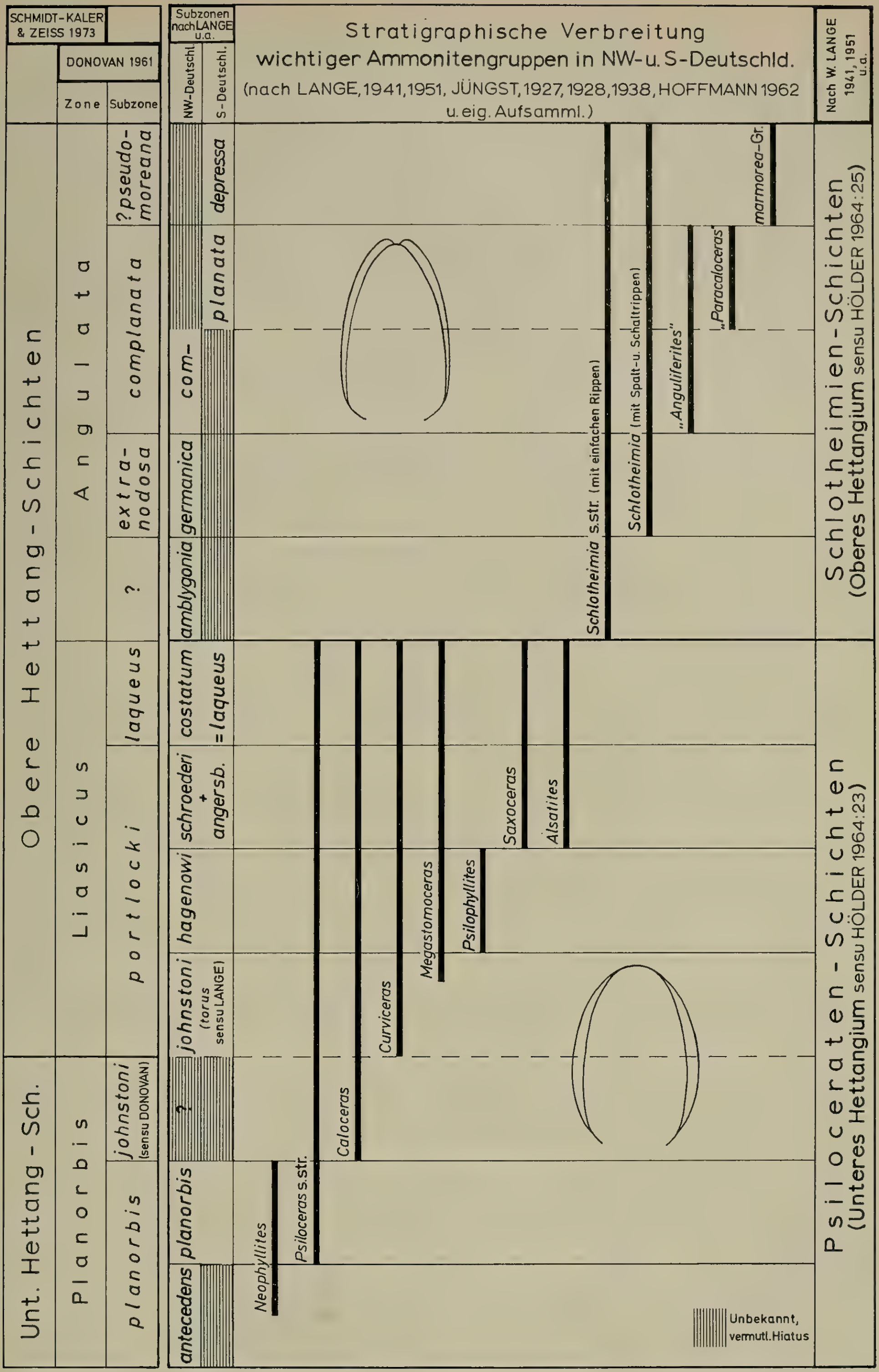


Abb. 7. Skizze zur Frage einer Grenzziehung Unter-/Ober-Hettangium. Parallelisierung der Gliederung DONOVANs mit der LANGEs nach DONOVAN *in:* DEAN, DONOVAN & HOWARTH 1961: 442—447.

Schmidt-Kaler & Zeiss (1973) haben in ihrem Vorschlag einer Neugliederung des Juras in Süddeutschland die drei Zonen Donovans für das Hettangium ebenfalls übernommen, und, wie Brand & Hoffmann, die Planorbis-Zone als Unter-Hettangium („Untere Hettang-Schichten"), die Liasicus- und die Angulata-Zone zusammen als Ober-Hettangium („Obere Hettang-Schichten") betrachtet. Im Gegensatz zu Brand & Hoffmann haben sie allerdings die Definition der Liasicus-Zone offen gelassen, wohl deshalb, weil zur damaligen Zeit über die Gliederung der Psiloceratenschichten in Süddeutschland noch zu wenig bekannt war. Sie setzten vielmehr ihre Unteren Hettang-Schichten den seitherigen Psilonoten-, ihre Oberen Hettang-Schichten den bisherigen Angulatenschichten gleich, wobei sie eine gewisse Toleranz der Grenzziehung einrechneten.

Diese Gleichsetzung läßt sich, ob man die Liasicus-Zone nach Donovan oder nach Brand & Hoffmann definiert, nicht aufrechterhalten, da die Toleranz überschritten wird. In Abb. 7 ist die Gliederung nach der Definition von Donovan ausgeführt; die Gliederung nach der Definition von Brand & Hoffmann (s. o.) läßt sich daraus genauso ablesen. Die Abbildung zeigt, daß die Gliederung von Schmidt-Kaler & Zeiss im Extremfall zur Konsequenz hat, daß für die Unteren Hettang-Schichten nur der 0—20 cm mächtige unterste Abschnitt der Lias-Basis-Bank in Süddeutschland übrig bleibt, der *Psiloceras psilonotum* Quenstedt führt. Der ganze, z. T. über 35 m mächtige und vor allem biostratigraphisch reich gegliederte Rest des Hettangiums wird Ober-Hettangium. Diese krasse Konsequenz war von den Autoren mit Sicherheit nicht beabsichtigt.

Lange war zu seiner Grenzziehung Psiloceraten-/Schlotheimienschichten auf Grund eingehender biostratigraphischer Untersuchungen gekommen. Die Studien Jüngsts und zuletzt Blinds (1963) führten zum gleichen Ergebnis. Hölder (1964) verwandte, wohl auf Grund ähnlicher Auffassung über die Ammonitenfauna, in zurückhaltender Form die bisherige Gliederung. Die langjährigen Aufsammlungen des Verf., vor allem in Württemberg, haben die Befunde Langes bestätigt und ergänzt: in den Psiloceratenschichten vollzieht sich die Entfaltung einer in gewissen Grundzügen einheitlichen Fauna; eine Gruppe dieser Fauna nach der andern erscheint, ohne i. d. R. alsbald wieder zu erlöschen. Vielmehr halten die meisten dieser Gruppen bis in den höchsten Abschnitt, die *laqueus*-Subzone, durch und brechen erst dort ab (abgesehen von sporadischen, z. T. unsicheren Nachzüglern; manche Angaben über Psiloceraten in den Schlotheimienschichten beruhen nachweislich auf Irrtümern). In den Schlotheimienschichten erscheint eine deutlich veränderte Fauna, zunächst wieder mit einfachen Formen beginnend.

Wenn überhaupt eine Zweiteilung des Hettangiums sinnvoll ist, dann stellt der Faunenwechsel an der Obergrenze der Liasicus-Zone den natürlichen Einschnitt dar. Diese Grenze trennt zwei in ihrem Charakter, wie erwähnt, unterschiedliche Faunen, die, zumindest in Alterswindungen, selbst bei nicht sehr guter Erhaltung deutlich zu unterscheiden sind (vgl. die in Abb. 7 angedeuteten unterschiedlichen Berippungstypen). Nicht erst Lange und Blind, bereits Wähner (1886: 190—200) hat die beiden Faunen unterschieden und die ihnen je gemeinsamen Merkmale der Berippung klar herausgestellt.

Die Neufassung und scharfe Trennung der Formkreise *Psiloceras* und *Schlotheimia* sensu Wähner setzte sich endgültig mit Lange im deutschen Bereich durch, während englische Autoren ihr nur zögernd folgten. Hierauf beruht mit die unterschiedliche Lage der Untergrenze der Angulata-Zone in beiden Gebieten bis

1961. In diesem Jahr hat DONOVAN die Basis der Angulata-Zone der Grenzziehung in der übrigen nordwesteuropäischen Faunenprovinz angepaßt. Die alte englische Gliederung findet heute ihren letzten Nachhall in der von ARKELL (1956) beeinflußten neuen Zweiteilung des Hettangiums durch deutsche Autoren seit 1962 (s. o.).

Die Untergrenze der Angulata-Zone ist — sicher nicht ohne Grund — die einzige Grenze innerhalb des Hettangiums, die jetzt in der ganzen nordwesteuropäischen Faunenprovinz nicht mehr umstritten ist. Würde hierher die Grenze Unter-/Ober-Hettangium gelegt, so wären die beiden Teile des Hettangiums nicht nur faunistisch besser und ausgewogener begründet, sondern es würde auch die Großgliederung der Stufe nicht mehr durch Divergenzen und Änderungen bei der weiteren Detailgliederung der beiden Unterstufen berührt.

Die Divergenzen und ständig wechselnden Gliederungsvorschläge, vor allem auf der Ebene der Subzonen, dürfen wohl als Zeichen dafür gewertet werden, daß die Grundlagen für eine generelle Lösung noch nicht ausreichen. Voraussetzung einer einheitlichen Gliederung in der ganzen Faunenprovinz wäre eine in etwa gleichgewichtige Kenntnis der Faunenverteilung. Zwar wäre auch schon vorher eine einheitliche Gliederung wünschenswert. Es fragt sich aber, ob für die stratigraphische Forschung Wesentliches gewonnen ist, wenn in stratigraphisch besser bekannten Gebieten auf gut begründete Gliederungsmöglichkeiten verzichtet wird, um eine Harmonisierung mit weniger intensiv bearbeiteten zu erreichen. Es sei dazu als Beispiel vermerkt, daß auch heute noch durch die neuerdings verstärkte stratigraphische Forschung im Schwäbischen Jura (Lias und Dogger) Subzonen der englischen Gliederung gefunden werden, die hier bislang unbekannt waren. Daß man auf diese Subzonen nicht verzichtet hat, als sie noch nicht in vielen Gebieten bekannt waren, hat sich zweifellos fruchtbarer auf die Forschung ausgewirkt, als wenn man sie vorschnell als „lokal" gestrichen hätte.

Die Zonen LANGES sind wahrscheinlich nicht gleichgewichtig. Über die Selbständigkeit einer *Neophyllites*-Zone unter seiner *planorbis*-Zone war sich LANGE noch nicht ganz sicher. Spätere Beobachtungen in Tiefbohrungen NW-Deutschlands scheinen diese Selbständigkeit zu bestätigen (HOFFMANN 1962: *antecedens*-Subzone). — Die *angersbachense*-Subzone konnte bis jetzt nur an einer einzigen Lokalität, nämlich Angersbach selber, ausgeschieden werden. JÜNGST (1927: 196) führt aus dieser Subzone (in seiner Schicht 6) noch *Saxoceras schroederi* an. In Württemberg kommen die letzten hochmündigen Saxoceraten der *schroederi*-Gruppe zusammen mit ersten *Alsatites laqueus* in einem geringmächtigen Bänkchen zusammen vor; *Sax. angersbachense* fehlt auch dort. Deshalb wurden *schroederi*- und *angersbachense*-Subzone in Abb. 7 zusammengezogen, wie es sich z. T. schon bei LANGE selbst findet (LANGE 1951: 4). — Die *amblygonia*-Subzone scheint in NW-Deutschland hinreichend gesichert und sollte deshalb nicht in einer erweiterten *germanica*- (bzw. *extranodosa*-) Subzone aufgehen. Nach BUDWILL (1960; auch zit. in HOFFMANN 1962: 118) soll *Schlotheimia amblygonia* in den Variationsbereich von *Schlotheimia angulata* fallen und damit synonym mit dieser Art sein. BUDWILL geht allerdings auf das Unterscheidungsmerkmal, auf das LANGE besonderen Wert legte, nämlich die unterschiedliche Lobenlinie, kaum ein, so daß die Identität beider Arten noch nicht hinreichend begründet erscheint. Der Name der Subzone wurde deshalb in Abb. 7 nicht geändert. — Ebensowenig wurde der Name der *germanica*-Subzone LANGES geändert entsprechend englischen Vorschlägen, wonach *Schl. germanica* synonym mit *Schl. extranodosa* Wähner sein soll. Auf die Unterschiede machte bereits Wähner (1886: 169) selbst aufmerksam; sie wurden von Lange (1951: 70) und Budwill (1960) bestätigt. Allenfalls wäre zu prüfen, ob *germanica* als Unterart von extranodosa aufgefaßt werden könnte. — Dagegen wurde die *stenorhyncha*-Zone Langes geändert, da diese Art als Synonym von *Schl. complanata* v. Koenen gelten kann (Hoffmann 1962: 118).

Die Faunenfolge in NW-Deutschland wurde in Abb. 7 ergänzt durch diejenige in den Schlotheimienschichten Süddeutschlands. Es wird hier bewußt kein neuer harmonisierender Gliederungsvorschlag für die ganze Faunenprovinz gemacht, da hierfür die Grundlagen, wie oben bemerkt, noch nicht ausreichen. Es werden vielmehr in der Abb. 7 die beiden in vorliegendem Zusammenhang wesentlichen Gliederungen einander gegenübergestellt zur Erläuterung der angeschnittenen Frage der Großgliederung des Hettangiums und als Zeit-Gerüst zur Verdeutlichung der vertikalen Faunenverbreitung im betrachteten Gebiet.

7. Bemerkungen zum Rät am Großen Haßberg

Das Rät im Arbeitsgebiet wurde nicht eingehender untersucht. Es wurden einige Beobachtungen gemacht, die hier festgehalten seien.

Das Rät am Großen Haßberg ist bis heute durchgehend nur von der Nassacher Höhe bekannt. Dort hat es Thürach (1889) erstmals gefunden, und dort hat Krumbeck (1939) sein genaues Profil aufgenommen. Krumbeck hat die Bedeutung dieses Profils für die Gliederung des Räts in Franken erkannt und betont. Hier in der beckenwärtigen Fazies kommen tierische Fossilien, vor allem Mollusken, vor, die einen Vergleich mit dem nordwestdeutschen Rät ermöglichen (vgl. Will 1969). Im Gegensatz hierzu ist das Rät von Oberfranken sehr arm an tierischen Fossilien. Es sei angemerkt, daß das Profil, ein Hohlweg-Anschnitt, trotz fortschreitenden Verfalls auch heute noch in den wesentlichen Zügen erkennbar ist; abschnittsweise sind die Aufschlußverhältnisse noch recht gut.

Das Rät an der Nassacher Höhe zeigt eine ziemlich klare Gliederung (Abb. 8). Es zerfällt zunächst in zwei große Abschnitte: einen tieferen mit bunten Tonen und einen höheren mit grauen, meist schiefrigen Tonen.

Der untere Abschnitt läßt sich von unten nach oben aufgliedern (nach Krumbeck 1939) in: Nassacher Sandstein (gekennzeichnet durch grobes Korn und Reichtum an Feldspat; mürbe, extrem fossilarm), Anoplophora-Sandstein (ausgezeichnet durch feines Korn, Feldspatarmut, artenarme Muschel- und Spurenfauna) und Grenzschichten (unten bräunlichviolette, sonst hell grünliche, brockige Tone, die oben mit der extrem feinkörnigen „Grünen Sandsteinbank" abschließen). Die „Grüne Sandsteinbank" ist ein wichtiges Leitniveau im fränkischen Rät. Krumbeck hat die über dieser Bank folgenden Schichten zu seinem „Hauptton" gerechnet. Tatsächlich aber gleichen die Tone bis zur „Oberen ruppigen Sandsteinbank" denjenigen unterhalb der „Grünen Sandsteinbank" und stehen im Gegensatz zu denen des folgenden Abschnitts. Es scheint deshalb natürlicher, diese Schichten noch zu den „Grenzschichten" zu ziehen. Will (1969: Abb. 40) faßte den hier besprochenen unteren Teil des Räts als *postera*-Schichten zusammen; er hat diese Schichten mit bedenkens-

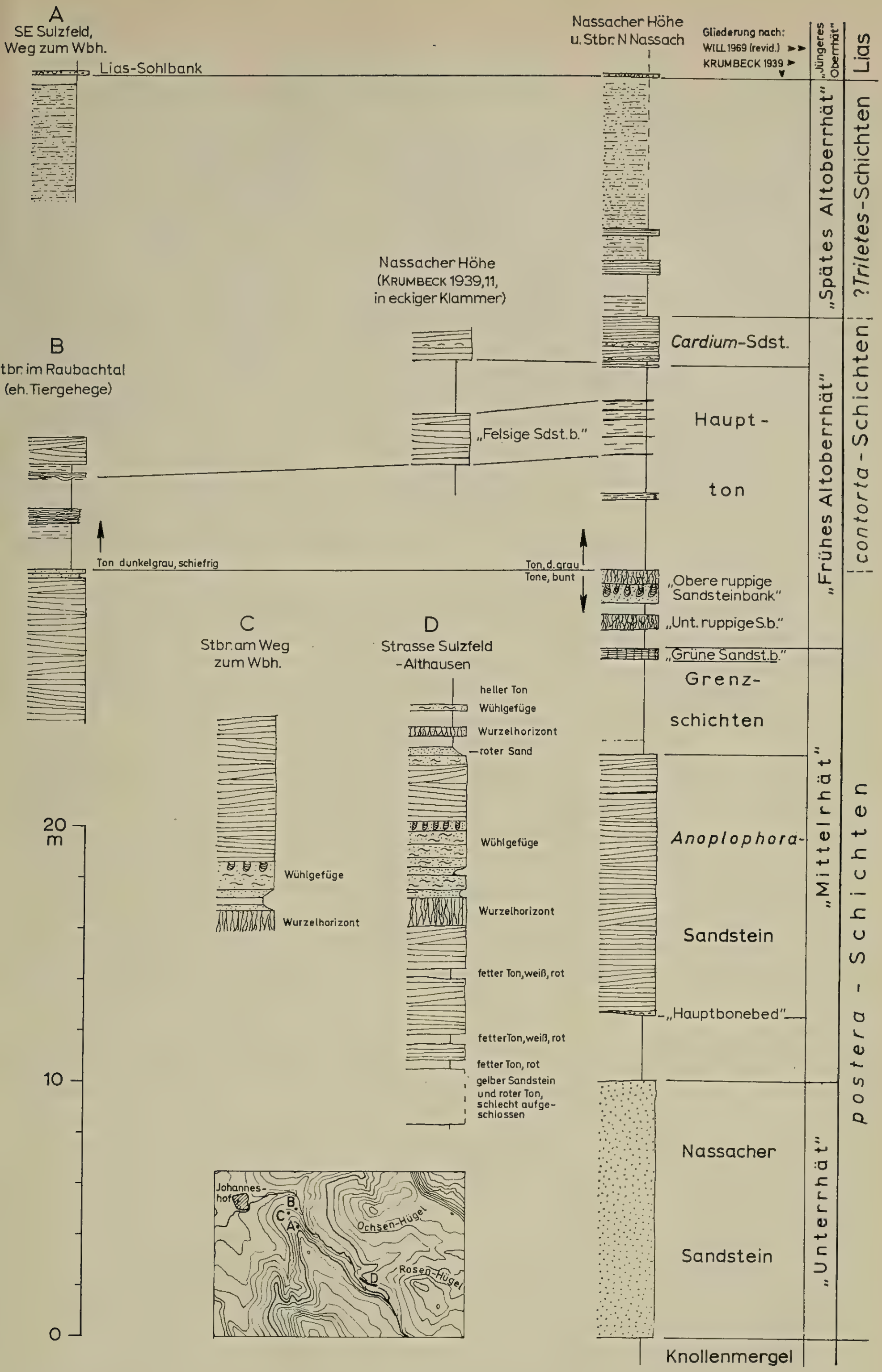

A
SE Sulzfeld, Weg zum Wbh.
Lias-Sohlbank
Nassacher Höhe u. Stbr. N Nassach
Gliederung nach:
WILL 1969 (revid.)
KRUMBECK 1939
„Jüngeres Oberrhät"
Lias
„Spätes Altoberrhät"
?Triletes-Schichten
Nassacher Höhe (KRUMBECK 1939,11, in eckiger Klammer)
Cardium-Sdst.
B
tbr. im Raubachtal (eh. Tiergehege)
Haupt-ton
„Felsige Sdst. b."
„Frühes Altoberrhät"
contorta-Schichten
Ton dunkelgrau, schiefrig
Ton, d. grau
Tone, bunt
„Obere ruppige Sandsteinbank"
„Unt. ruppige S.b."
„Grüne Sandst. b."
C
Stbr. am Weg zum Wbh.
D
Strasse Sulzfeld - Althausen
Grenz-schichten
heller Ton
Wühlgefüge
Wurzelhorizont
roter Sand
Wühlgefüge
Wurzelhorizont
Wühlgefüge
Wurzelhorizont
Anoplophora-Sandstein
„Mittelrhät"
postera - Schichten
fetter Ton, weiß, rot
fetterTon, weiß, rot
fetter Ton, rot
gelber Sandstein und roter Ton, schlecht aufgeschlossen
„Hauptbonebed"
20 m
10
0
Nassacher Sandstein
„Unterrhät"
Johanneshof
B
C
A
D
Ochsen-Hügel
Rosen-Hügel
Knollenmergel

Abb. 8. Profile des Räts bei Sulzfeld i. Gr. und von der Nassacher Höhe (letztere größtenteils nach KRUMBECK 1939). Unten Lageskizze der Profile bei Sulzfeld (vgl. Abb. 2).

werter Begründung (1969: 119—121) nicht zum Rät, sondern zum Steinmergelkeuper (Nor) gerechnet.

Der obere Abschnitt des Räts beginnt mit dunkelgrauen, schiefrigen Tonen mit eingeschalteten, feinstkörnigen Sandsteinbänkchen (Hauptton Krumbecks oberhalb der „Oberen ruppigen Sandsteinbank"), die vom fein- bis mittelkörnigen, fossilreichen Cardium-Sandstein überlagert werden. Dieser Abschnitt entspricht den *contorta*-Schichten Wills (die genaue Abgrenzung der *contorta*-Schichten nach oben und unten müßte mikropaläontologisch abgesichert werden). Den Abschluß nach oben bilden stark siltige, glimmerreiche Tone und tonige Sandsteinlagen („Spätes Altoberrhät" Krumbecks), die Will (1969: Abb. 40) auch noch zu den *contorta*-Schichten zählte, die aber ihrer Ausbildung nach viel eher den ebenfalls glimmerreichen, fossilarmen *Triletes*-Schichten NW-Deutschlands entsprechen. Will (1969) hielt Krumbecks „Jüngeres Oberrhät" für ein Äquivalent seiner *Triletes*-Schichten. Da dieses jedoch, wie oben gezeigt, in Wirklichkeit mit den Psiloceratenschichten identisch ist, wird diese Parallelisierung Wills hinfällig und der genannten steht nichts mehr im Weg. Die Einstufungen Wills vom Großen Haßberg sind auf Abb. 8 vorliegender Arbeit entsprechend revidiert.

Bei der Durchsicht des Profils an der Nassacher Höhe fielen vor allem die gut entwickelten Wurzelhorizonte in den beiden „ruppigen Sandsteinbänken" Krumbecks im unteren Teil seines Haupttons auf. Die Wurzeln durchsetzten Wühlgefüge (*Diplocraterion*), sind also jünger als diese. Die Wurzeln sind bisher offenbar übersehen worden. Auch bei Sulzfeld haben sich verschiedentlich in den *postera*-Schichten Wurzelhorizonte gefunden (s. u.). (Wurzelhorizonte sind im fränkischen Rät sonst ausgesprochen selten.) Dies wie auch die eintönige Fauna und die Lebensspuren von litoralem Gepräge weisen auf sehr flaches Wasser mit Neigung zur Aussüßung hin. Die Verhältnisse waren in diesen Schichten wohl weniger marin als bisher angenommen. Ein stärkerer mariner Einschlag machte sich nur in den *contorta*-Schichten bemerkbar.

Bei Sulzfeld gab Welzel (1964) ein durchgehendes Profil am Weg vom Johanneshof zum Großen Breitenberg und bemerkte, es unterscheide sich nicht wesentlich von dem an der Nassacher Höhe. In Wirklichkeit aber lassen schon die Beschreibungen in seinem Profil, stärker noch die neuen Aufschlüsse, Unterschiede erkennen. So sind in seinem Profil weder der Nassacher Sandstein noch der Cardium-Sandstein noch die Grüne Sandsteinbank in typischer Ausbildung erkennbar. Für seine Parallelisierungen verwandte er lediglich die Stellung im Profil; das Profil indes ist wahrscheinlich tektonisch gestört (s. u.).

Die neuen Aufschlüsse bei Sulzfeld am Weg zum Wasserbehälter und an der Straße Sulzfeld — Althausen (s. Abb. 8) haben kein durchgehendes Profil des Räts erbracht, lassen aber die Tektonik deutlicher hervortreten.. Auch die neuen Aufschlüsse haben alle drei oben genannten Horizonte nicht angeschnitten. Die „Grüne Sandsteinbank" wurde lediglich in Lesestücken am Nordabhang des Großen Breitenbergs, auf Feuerletten in einer Mulde abgerutscht, gefunden.

Die aufgenommenen Teilprofile werden nun folgend vom besser Bekannten (oben) zum minder Bekannten (unten) besprochen (s. Abb. 8).

Unmittelbar unter der Lias-Sohlbank, aufgeschlossen in den Profilen 2 und 8 (vgl. Profil A in Abb. 8), folgt zunächst 30 cm grauer, brockiger Tonstein, der deutlich heller ist als der Tonstein des Lias über der Sohlbank. Unter ihm folgen mehrere Meter sehr glimmerreiche Tone mit weichen, tonreichen, extrem schlecht sortierten, glimmerreichen, schiefrigen Sandsteinlagen. Feinbreccien aus umgelagerten hellgrauen Tonbröckchen (Durchmesser bis 2 mm) in toniger Matrix sind charakteristisch. Makrofossilien fehlen ebenso wie jegliche Wühlgefüge. Ohne Zweifel sind diese Schichten mit dem „Späten Altoberrhät“ KRUMBECKS von der Nassacher Höhe sowie dem ähnlich ausgebildeten „Oberen Sandstein“ zu parallelisieren, der bei Coburg die Lias-Sohlbank unterlagert. Wie bei Sulzfeld kommen auch bei Coburg (z. B. Tongrube Großheirath) Tonbrockenhorizonte in dem extrem glimmerreichen, feinkörnigen und fossilarmen Sandstein vor. Im Unterschied zu Sulzfeld sind dort in Tonlagen eisenreiche Karbonatkonkretionen nicht selten, die z. T. schon weitgehend denen im unteren Lias gleichen. Die beschriebenen Schichten entsprechen in starkem Maß der Charakterisierung, die WILL (1969: 143, 166) von den *Triletes*-Schichten NW-Deutschlands, speziell von deren höherem Teil, gegeben hat; auch der Übergang in die Präplanorbis-Schichten könnte noch in Frage kommen. Ein paläontologischer Beweis für eine derartige Einstufung steht noch aus.

ZEISS (1976) erwähnt vom wenig weiter nördlich gelegenen Großen Gleichberg einen *Neophyllites imitans (*LANGE). Diese Art kommt in NW-Deutschland vor dem ersten Auftreten von *Psiloceras psilonotum* vor, wäre am genannten Fundort also unter der Sohlbank zu erwarten, was wiederum nicht ohne Bedeutung für Sulzfeld wäre. Leider ist über das Lias-Profil am Großen Gleichberg nichts Genaueres bekannt. Da dort — ähnlich wie bei Sulzfeld — mit einer beträchtlichen Mächtigkeit der *hagenowi*-Subzone zu rechnen ist, wäre zu prüfen, ob es sich bei dem Stück nicht eher um eine Form aus diesem Bereich handelt.

Der nächst tiefere aufgeschlossene Horizont bei Sulzfeld findet sich in einem kleinen Steinbruch im ehemaligen Tiergehege im Raubachtal (Profil B, vgl. Lageskizze in Abb. 8). Das Profil endet oben mit einem sehr hellen, fahlgelblichen, sehr feinkörnigen, plattigen Sandstein in flachwinkeliger, großdimensionaler Schrägrichtung. In seinem Erscheinungsbild gleicht er weitgehend den feinkörnigen, marinen Sandsteinen des Hettangiums. Fossilien fanden sich nicht. Es kann sich kaum um den *Cardium*-Sandstein handeln, der gröber und fossilreich ist. Viel eher handelt es sich um eine Sandsteineinschaltung im Hauptton, etwa entsprechend der „Felsigen Sandsteinbank“ KRUMBECKS von der Nassacher Höhe (KRUMBECK 1939: 11).

Der unter diesem Sandstein anstehende dunkelgraue, blättrige Tonstein mit seinen Einschaltungen feinstkörnigen Sandsteins, häufig in Form dünner Plättchen, entspricht völlig dem Hauptton der Nassacher Höhe über der „Oberen ruppigen Sandsteinbank“. Man findet dieselbe artenarme Fauna von Spuren und Mollusken (Pflaster schlecht erhaltener, kleiner, glatter, rundlicher Muscheln). WELZEL (1964: 33) vermutete in diesen Tonen ein Äquivalent der „Grenzschichten“ KRUMBECKS von der Nassacher Höhe, was aber mit Sicherheit nicht zutrifft wegen der ganz anderen Fazies (s. o.).

Es sei angemerkt, daß der Hauptton mit feinkörnigen Sandsteinlagen auch an der Straße Sulzfeld-Althausen aufgeschlossen ist, und zwar am nordwestlichen Ende von Profil D. Die Schichten stehen dort im bergseitigen Straßengraben im Bereich einer Störung steil bis saiger.

Der Hauptton am Großen Haßberg unterscheidet sich beträchtlich von dem in Oberfranken. Hier hat er deutlich marinen Einschlag, während er in Oberfranken wohl im ganzen limnisch ist.

Im Steinbruch im ehemaligen Tiergehege folgt nach unten ein massiger, kreuzgeschichteter, fein- bis mittelkörniger Sandstein, der früher abgebaut wurde. Nach seiner Stellung unter dem Hauptton handelt es sich um den Anoplophora-Sandstein. Es fällt auf, daß die „Grenzschichten" KRUMBECKS mit der „Grünen Sandsteinbank" und den beiden „ruppigen Sandsteinbänken" hier fehlen. Eine Andeutung dieses Komplexes könnte die etwas weichere, wulstige Bank an der Obergrenze des Sandsteins sein; möglicherweise sind die Grenzschichten hier durch Sandstein ersetzt.

Ein lithologisch ganz ähnlicher Sandstein steht an der Straße Sulzfeld — Althausen im Profil D (Abb. 8) an. Dieser Sandstein schließt nach oben mit einer leuchtend blutroten Sandlage ab und wird überlagert von weißlichen, schlecht geschichteten Mergeln mit wulstigen Sandsteinbänken, die Wühlgefüge und z. T. auch Wurzelhorizonte enthalten. Es liegt hier mit Sicherheit kein Hauptton im oben eingeschränkten Sinn vor. Vielleicht handelt es sich um die „Grenzschichten". Die Fortsetzung des Profils nach oben ist durch eine gerade hier herabziehende Erosionsmulde abgeschnitten.

Im höheren Teil des meist kräftig gelben, fein- bis mittelkörnigen, großdimensional schräg geschichteten Sandsteinkomplexes unterhalb der roten Sandschicht fallen stark durchwühlte Horizonte auf, z. T. mit großen, U-förmigen Spreitenbauten (*Diplocraterion*) mit dicken Tonauskleidungen. Eine andere charakteristische Erscheinung sind gewundene, trockenrißartige Sandleisten, die nach beiden Enden ausdünnen („*Manchuriophycus*", vgl. HÄNTZSCHEL 1949: Abb. 2 und 5). Diese Marken finden sich vor allem in litoralen Ablagerungen.

In der Mitte des Sandsteinkomplexes ist ein ziemlich mürber, z. T. fast unverfestigter, kräftig gelber Abschnitt eingeschaltet, der einen sehr gut ausgeprägten Wurzelhorizont von ca. 1 m Mächtigkeit enthält. Man findet sowohl vertikale Wurzeln als auch horizontale Rhizome, vermutlich von Schachtelhalmgewächsen. Eine nähere Untersuchung steht noch aus.

Unterhalb des Wurzelbodens erscheinen noch einige festere Sandsteinhorizonte, die durch fette, bunte Tone voneinander getrennt sind. Die z. T. leuchtenden Farben dieser Tone umfassen weiß, gelb, rosa, karotten- und weinrot. Das Profil endet nach unten an einer Störung, in deren Bereich die Schichten des Haupttons, wie oben erwähnt, steil bis saiger stehen.

Ein Sandstein, der ebenfalls Horizonte mit Wühlgefügen (*Diplocraterion*) wie auch einen ähnlich gut entwickelten Wurzelhorizont in weichem Sandstein enthält, ist in einem kleinen Steinbruch am Weg zum Wasserbehälter erschlossen (Profil C). Ziemlich wahrscheinlich ist er zeitgleich mit dem Sandstein von Profil D. Auch er endet im Liegenden an einer Störung, wo er an rote Mergel und Sandsteine des Mittelkeupers (nicht Feuerletten) grenzt. In dem Steinbruch sollen nach WELZEL (1964) oben Exemplare von *Hassbergia hassbergensis* KRUMBECK vorkommen.

WELZEL (1964) betrachtete den Sandstein als marines Äquivalent des Nassacher Sandsteins, wohl auf Grund seiner Stellung in seinem Profil. Die tatsächliche Stellung des Sandsteins in der Abfolge ließ sich jedoch in keinem der Profile beobachten. Einerseits ist der Sandstein viel feinerkörnig und überdies sehr feldspatarm im Vergleich zum Nassacher Sandstein, was eine Gleichstellung beider fraglich macht. Andererseits bestehen auch Unterschiede zum Anoplophora-Sandstein, und zwar nicht nur, weil beide Sandsteine von verschiedenen Schichten überlagert werden (vgl. Profile B und D), sondern auch wegen unterschiedlicher Ausbildung. Der Anoplophora-Sandstein der Nassacher Höhe ist feinerkörnig, auch fehlen ihm Wurzelhorizonte und die leuchtend bunten Toneinschaltungen; Tonlagen sind dort stumpf grauviolett und stark sandig. Eine sichere Einstufung ist daher bis jetzt nicht möglich. Das Ablagerungsmilieu des Sandsteins kann auf Grund der armen Ichnofauna (hauptsächlich *Diplocraterion*), das Auftreten von *Manchuriophycus* und von Wurzelhorizonten als litoral betrachtet werden.

Der Sandstein liegt im Aufschluß C (Steinbruch am Weg zum Wasserbehälter) wesentlich höher als im wenig entfernten Aufschluß B im ehemaligen Tiergehege. Dies spricht für das Durchziehen einer Störung zwischen beiden Aufschlüssen in N-S- bis NNW-SSE-Richtung. Diese Störung quert mit ziemlicher Sicherheit den Fahrweg zum Wasserbehälter unterhalb der Absperrschranke. Der Aufschluß C läge dann auf der Hochscholle, während der östlicher gelegene Aufschluß B zusammen mit Aufschluß A und dem anschließenden Lias (Profil 2) auf der Tiefscholle läge. Das Fehlen von Cardium-Sandstein und Hauptton am Weg zum Wasserbehälter ließe sich tektonisch erklären: auf der Hochscholle sind beide Horizonte abgetragen, auf der Tiefscholle sind sie von jüngeren Schichten überlagert. Sowohl die im Aufschluß C erschlossene Störung wie auch die wahrscheinlich östlich davon verlaufende zeigen, daß das Rät-Profil von WELZEL (1964) wohl nicht ungestört war.

Das Rät am Großen Haßberg ist, abgesehen vom Nassacher Sandstein, bis jetzt als überwiegend marin betrachtet worden. Der deltaische Einschlag war wohl stärker als bisher angenommen. Wirklich marin ist allenfalls der Cardium-Sandstein. Im Hettangium findet man einen ganz ähnlichen, litoral geprägten Faziesbereich weit nach E verschoben, östlich der Linie Forchheim—Kronach.

8. Literatur

ARKELL, W. J. (1956): Jurassic geology of the world. 806 S., 46 Taf., 101 Abb.; Edingburgh & London (Oliver & Boyd) .

BLIND, W. (1963): Die Ammoniten des Lias Alpha aus Schwaben, vom Fonsjoch und Breitenberg (Alpen) und ihre Entwicklung. — Palaeontographica, Abt. A, **121**, 38—131, Taf. 1—5, 46 Abb., 10 Tab.; Stuttgart.

BLOOS, G. (1976): Untersuchungen über Bau und Entstehung der feinkörnigen Sandsteine des Schwarzen Jura α (Hettangium und tiefstes Sinemurium) im Schwäbischen Sedimentationsbereich. — Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F. **71**, 1—269, 60+IX Abb., 27 Taf.; Stuttgart.

— (1977): Unterer Jura (Lias). — *In:* W. STRÖBEL & F. WURM: Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000. Erläuterungen zu Blatt 7220 Stuttgart-Südwest, 60—70, 161—166, 176—179, Beil. 4; Stuttgart.

BRAND, E. & HOFFMANN, K. (1963): Stratigraphie und Fazies des nordwestdeutschen Jura und Bildungsbedingungen seiner Erdöllagerstätten. — Erdöl und Kohle, **16**, 437—450, 14 Abb.; Hamburg.

BUDWILL, H. (1960): Die Variabilität einiger Arten von *Schlotheimia* (Ammonoidea) Norddeutschlands. — Diss. Univ. Tübingen, 80 S., 18 Taf., zahlr. Abb. und Tab. — [Mskr.]

COLLENOT, J. J. (1869): Description géologique de l'Auxois. — Bull. Soc. Hist. nat. Semur, **5**, 57—204; Semur.

DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1961): The Liassic zones and subzones of the North-west European Province. — Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.), **4/10**, 435—505, Taf. 63—75; London.

DONOVAN, D. T. (1956): The zonal stratigraphy of the Blue Lias around Keynsham, Somerset. — Proc. Geol. Assoc., **66**, 182—212, 7 Abb.; London.

Fahrion, H. (1953): Die Struktur Calberlah und ihre regionale Stellung. — N. Jb. Geol., Paläont., Abh., **97**, 57—78, 14 Abb., 1 Tab., 4 Beil.; Stuttgart.

Finckh, A. (1910): Die Horizonte von Psiloceras subangulare Oppel und Psiloceras Hagenowi Dunker im unteren Lias von Stuttgart. — Württ. Jh., **66**, 164—166; Stuttgart.

Frank, M. (1930): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias α in Süddeutschland. — Mitt. geol. Abt. Württ. statist. Landesamt, **13**, 242 S., 3 Taf., 1 Tab.-Beil.; Stuttgart.

Geyer, O. F. & Gwinner, M. P. (1964): Geologie von Baden-Württemberg. 223 S., 11 Taf., 73 Abb., 7 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

Gümbel, C. W. v. (1864): Über das Knochenbett (Bonebed) und die Pflanzen-Schichten in der rhätischen Stufe Frankens. — Sitz.-Ber. kgl. Bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., **1864**, 215—278; München.

— (1891): Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstoßenden Fränkischen Keupergebiete. 763 S., 6 Kt., zahlr. Abb.; Kassel (Th. Fischer).

Guérin-Franiatte, S. (1966): Ammonites du Lias inférieur de France. Psilocerataceae: Arietitidae. 455 S., 231 Taf., 190 Abb.; Paris (Centre National de la Recherche Scientifique).

Häntzschel, W. (1949): Zur Deutung von *Manchuriophycus* Endo und ähnlichen Problematica. — Mitt. geol. Staatsinst., **19**, 77—84, 5 Abb.; Hamburg.

Häntzschel, W. & Reineck, H.-E. (1968): Faziesuntersuchungen im Hettangium von Helmstedt (Niedersachsen). — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **37**, 5—39, 16 Taf., 1 Abb.; Hamburg.

Hallam, A. (1967): Siderite- and calcite-bearing nodules in the Lias of Yorkshire. — Geol. Mag., **104**, 222—227, 1 Abb., 2 Tab.; Hertford.

Hettich, M. (1974): Ein vollständiges Rhät/Lias-Profil aus der Langenbrückener Senke, Baden-Württemberg (Kernbohrung Mingolsheim 1968). — Geol. Jb., A **16**, 71—105, 1 Abb.; Hannover.

Hölder, H. (1964): Jura. 603 S., 158 Abb., 43 Tab.; Stuttgart (Enke).

— (1971): Grundsätzliches zur Jura-Gliederung. — *In:* Colloque du Jurassic, Luxembourg, 1967. — Mém. B. R. G. M., Fr., **75**, 69—74; Paris.

Hoffmann, K. (1936): Neue Saurierreste aus dem unteren Lias Alpha der Langenbrückener Senke. — Beitr. naturk. Forsch. Südwestdeutschland, **1**, 115—120, 1 Taf., 6 Abb.; Karlsruhe.

— (1962): Lias und Dogger im Untergrund der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **6**, 105—184, 5 Abb., 4 Tab.; Krefeld.

— (1969): Der Oberrhein-Graben zwischen Heidelberg und Offenburg während der Lias-Zeit. — Z. deutsch. geol. Ges., **118** (1966), 236; Stuttgart.

Hofrichter, E. (1976): Geologische Karte von Niedersachsen 1:25 000; Erläuterungen zu Blatt Lauenburg Nr. 4224. 113 S., 3 Taf., 6 Abb., 8 Tab., 1 Kt.; Hannover.

Jahnel, Ch. (1970): Stratigraphie, Fazies und Fauna des Lias Alpha, Beta und Gamma im Gebiet des Nördlinger Rieses. — Diss. Univ. München, 123 + XXXI S., 2 Taf., 16 Abb.; München.

Jüngst, H. (1927): Die Meeresverbindung Nord-Süd-Deutschland in der Psiloceraten-Zeit. — N. Jb. Mineral., Geol. Paläontol., Abt. B, Beil.-Bd. **58**, 171—214, Taf. 9—10, 5 Abb.; Stuttgart.

— (1928): Zur Planorbis-Zone von Angersbach. — Notizbl. Ver. Erdk. u. Hess. geol. Landesanst., **5/10**, 168—179, 1 Taf.; Darmstadt.

— (1938): Der Pfälzer Lias und seine palaeogeographische Bedeutung. — Mitt. Pollichia, N.F. **7**, 145—168, 5 Abb.; Neustadt a. d. Weinstraße.

Kölbel, H. (1967): Die Paläogeographie des Juras im Nordteil der DDR in Beziehung zu den Nachbargebieten. — Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A, **12**, 259—288, 14 Abb.; Berlin.

Krumbeck, L. (1939): Beiträge zur Geologie von Nordbayern. XIII. Das Rhät in Nordwest-Franken. — Sitz.-Ber. phys.-med. Soz. Erlangen, **71**, 1—130, 4 Taf., 1 Kt.skizze; Erlangen.

Kuhn, O. (1934): Die Tier- und Pflanzenreste der Schlotheimia-Stufe (Lias-$\alpha 2$) bei Bamberg. — Abh. geol. Landesuntersuch. Bayer. Oberbergamt, **13**, 52 S., 3 Taf.; München.

— (1935): Weitere Beiträge zur Fauna des untersten Lias in Schwaben und Franken. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **91**, 2—18, 3 Taf., 1 Abb.; Stuttgart.

— (1955): Der erste Nachweis von Psiloceras in den Pflanzenschiefern des oberfränkischen Rätolias. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1955**, 408—411; Stuttgart.

LANGE, W. (1939): Revision der Ammoniten aus dem Lias α 1 (Psilonoten-Stufe) von Coburg und Gotha, nebst Bemerkungen über den Lias β von Gotha. — Zbl. Miner., Geol., Paläont., B, **1939**, 463—477; Stuttgart.
— (1941): Die Ammonitenfauna der Psiloceras-Stufe Norddeutschlands. — Palaeontographica, A, **93**, 1—192, Taf. 1—20, 138 Abb., zahlr. Tab.; Stuttgart.
— (1951): Die Schlotheimiinae aus dem Lias alpha Norddeutschlands. — Palaeontographica, A, **100**, 1—128, Taf. 1—20, 109 Abb., zahlr. Tab.; Stuttgart.
OPPEL, A. (1856—58): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands nach ihren einzelnen Gliedern eingeteilt und verglichen. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **12—14**, 121—556; Stuttgart.
PUTZER, H. (1938): Die Rhät- und Liasablagerungen am Seeberg bei Gotha, am Rhönbergrücken und bei Eisenach. — Jenaer Z. Naturwiss., **71**, 327—444, Taf. 6—15, 14 Abb.; Jena. — [1938 a]
— (1938): Die Planorbis-Zone am großen Seeberg bei Gotha. — Zbl. Minerl., Geol., Paläont., **1938**, B, 475—486, 5 Abb.; Stuttgart. — [1938 b]
QUENSTEDT, F. A. (1843): Das Flözgebirge Würtembergs. 560 S.; Tübingen (Laupp).
RUTTE, E. (1957): Einführung in die Geologie von Unterfranken. 168 S., 2 Taf., 47 Abb., 7 Kt.; Würzburg (Laborarztverlag).
SCHLOZ, W. (1972): Zur Bildungsgeschichte der Oolithenbank (Hettangium) in Baden-Württemberg. — Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N.F. **67**, 101—212, 18 Taf., 40 Abb., 11 Tab.; Stuttgart.
SCHMIDT-KALER, H. & ZEISS, A. (1973): Die Juragliederung in Süddeutschland. — Geologica Bavarica, **67**, 155—161; München.
SCHRÖDER, B. & WELZEL, E. (1966): Exkursionsführer im Keuper der Haßberge. — Geol. Bl. NO-Bayern, **16**, 139—152, 7 Abb.; Erlangen.
THÜRACH, H. (1889): Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. Zweiter Theil. — Geogn. Jh., **2**, 1—90, 1 Abb.; Kassel.
WÄHNER, F. (1886): Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in den nordöstlichen Alpen. — Beitr. Paläont. Österr.-Ungarns Orients, **4**, 135—226, 16 Taf.; Wien.
WALLISER, O. H. (1956): Chronologie des Lias α 3 zwischen Fildern und Klettgau (Arietenschichten, Südwestdeutschland). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **103**, 181—222, 2 Taf., 5 Beil., 5 Abb.; Stuttgart.
WELZEL, E. (1964): Geologie der nördl. Haßberge auf Bl. Oberlauringen. — Dipl.arb. Univ. Erlangen. — [Mskr.]
WILL, H. J. (1969): Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. — Beih. geol. Jb., **54**, 240 S., 4 Taf., 50 Abb.; Hannover.
ZEISS, A. (1976): Neue oder wenig bekannte Ammonitenfunde aus dem Lias Frankens. — Geol. Bl. NO-Bayern, **26**, 262—277, 2 Taf., 5 Abb.; Erlangen.
ZIEGLER, J. H. (1964): Beschreibung einer Foraminiferenfauna aus dem Rhät vom Großen Haßberg (Nordbayern). Bemerkungen zur Stratigraphie und Paläogeographie des Rhäts in Franken. — Geologica Bavarica, **53**, 36—62, 2 Taf.; München.

Nachtrag während des Drucks zu Abb. 7

Ein von Dr. M. K. HOWARTH, London, freundlicherweise übersandter Abguß des Typusexemplars von *Schlotheimia pseudomoreana* SPATH (WRIGHT 1879: Taf. 17, Fig. 1—2) zeigt mehr Ähnlichkeit mit Schlotheimien der Oolithenbank als mit der Art *Schlotheimia depressa* QUENSTEDT, die wesentlich gröber berippt und dicker ist. Deshalb sind die englischen Schichten mit *Schl. pseudomoreana* möglicherweise mit dem süddeutschen Anteil der *complanata*-Subzone zu parallelisieren. Allerdings kann hierüber erst eine genauere Kenntnis der Fauna in den entsprechenden englischen Schichten Sicherheit geben.

Anschrift des Verfassers:

Dr. G. Bloos, Staatliches Museum für Naturkunde, Arsenalplatz 3, D-7140 Ludwigsburg.

Tafel 1

Fig. 1. *Psilophyllites hagenowi* (DUNKER), größtes Exemplar von Sulzfeld in Lateralansicht. Silikonkautschuk-Ausguß, incl. Wohnkammer. Konkretionslage an der Obergrenze der *hagenowi*-Subzone, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24149/1. — x 1,05.

Fig. 2. *Psilophyllites hagenowi* (DUNKER), Exemplar mit erhaltenem Phragmokon, Lateralansicht. Sutur siehe Abb. 5, oben. Fundort und Fundschicht wie Fig. 1. Inv.-Nr. 24149/5. — x 1,15.

Fig. 3. *Psilophyllites hagenowi* (DUNKER), vertikal eingebettetes Exemplar; Lateralansicht mit deutlicher Abplattung der Flanken am Ende der Wohnkammer. Phragmokon ausgegossen. Fundort und Fundschicht wie Fig. 1. Inv.-Nr. 24149/4. — x 1.

Fig. 4. *Saxoceras schroederi* LANGE; Lateralansicht. Mit Ausnahme des Wohnkammerfragments Ausguß mit Silikonkautschuk. Konkretionslage 1,7 m unter Sandsteinhorizont 2, Profil 6 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24150. — x 1.

Fig. 5. *Saxoceras* sp., Wohnkammerfragment in Lateralansicht (vgl. hierzu *Sax. angersbachense* LANGE). Sandsteinbänkchen unmittelbar auf der Konkretionslage mit *Sax. schroederi* in Profil 6 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24337. — x 1.

Fig. 6. *Saxoceras* ex gr. *costatum* LANGE, verdrücktes Wohnkammerfragment; a. Lateralansicht (Rippen auf Flankenmitte am höchsten), b. Externansicht der vorletzten Windung mit externer Rippenunterbrechung (Ausguß des Hohldrucks). Konkretionslage im Ton 0,65 m unter Sandsteinhorizont 2, Profil 3 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24152. — x 1.

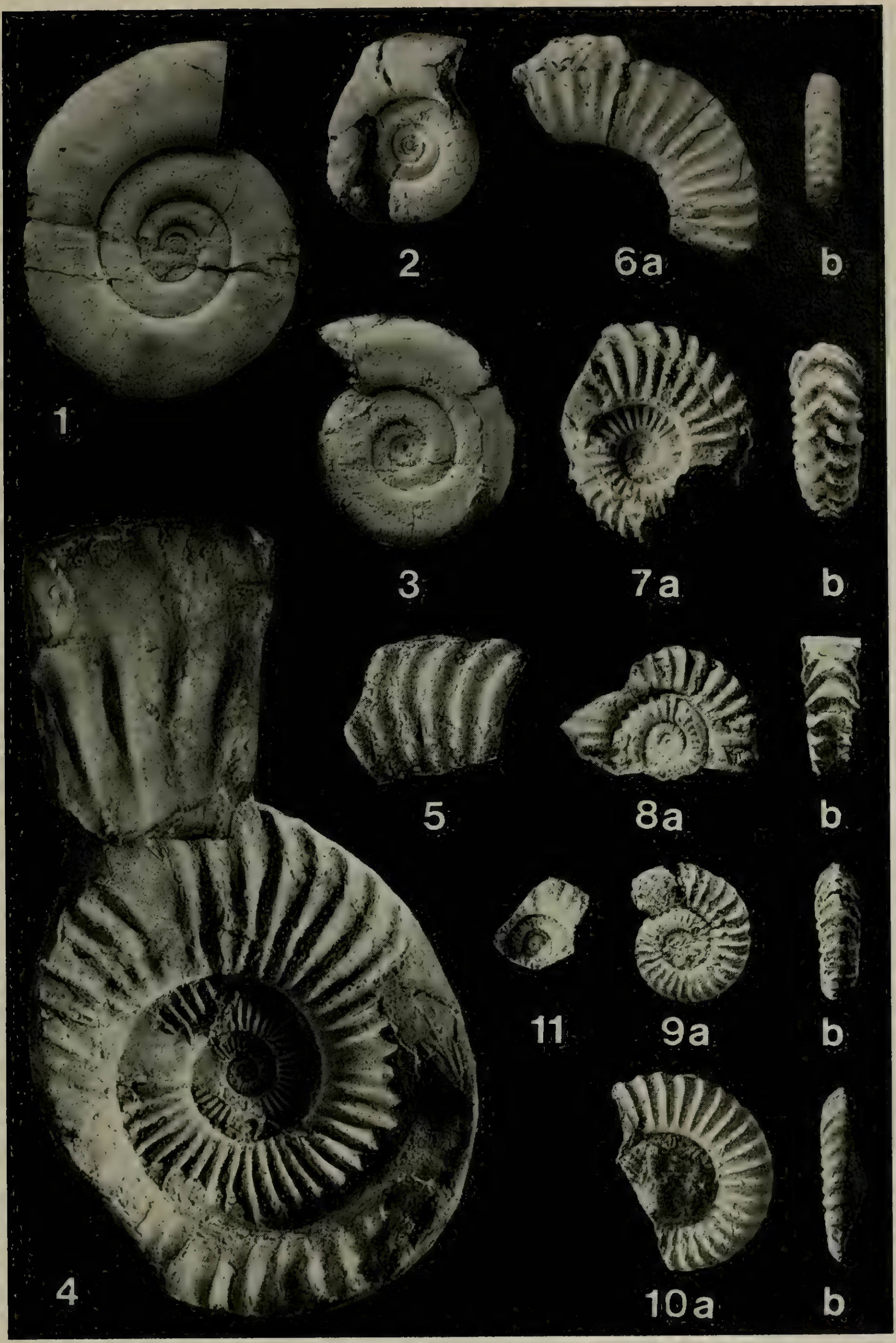
Fig. 7. *Saxoceras* sp., Silikonkautschuk-Ausguß (incl. Wohnkammer); a. Lateral-, b. Externansicht. Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24156. — x 1.

Fig. 8. *Psiloceras (Curviceras) engonium* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Zum Teil ausgegossen. Sutur dieses Exemplars Abb. 6, (8). Fundort und Fundschicht wie Fig. 7. Inv.-Nr. 24153/5. — x 1.

Fig. 9. *Psiloceras (Curviceras) engonium* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Extern abgeschwächte Rippen. Phragmokon erhalten. Sutur siehe Abb. 6, (4). Fundort und Fundschicht wie Fig. 7. Inv.-Nr. 24153/4. — x 1.

Fig. 10. *Psiloceras (Curviceras) engonium* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Extern ausklingende Rippen. Sutur dieses Exemplars Abb. 6, (9). Fundort und Fundschicht wie Fig. 7. Inv.-Nr. 24153/1. — x 1.

Fig. 11. *Saxoceras* sp., Innenwindungsfragment (vgl. hierzu *Sax. crassicostatum* BRANDES). Sandsteinbänkchen unmittelbar auf der Konkretionslage mit *Psilophyllites hagenowi*, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24151. — x 1,5.


1
2
6a
b
3
7a
b
5
8a
b
11
9a
b
4
10a
b

Tafel 2

Fig. 1. *Schlotheimia angulosa* Lange, schmale Varietät; a. Lateral-, b. Externansicht. Innenwindungen ausgegossen. Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten, Profil 6 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24154/1. — x 1,04.

Fig. 2. *Schlotheimia angulosa* Lange, breite Varietät; a. Lateralansicht der Innenwindungen (Ausguß), b. Lateralansicht der Wohnkammer, c. Externansicht der Wohnkammer, d. Externansicht der vorletzten Windung (Rippen extern nicht unterbrochen). Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24165. — x 1.

Fig. 3. *Schlotheimia* cf. *angulosa* Lange; a. Lateral-, b. Externansicht, (Phragmokon ausgegossen), c. Externansicht der vorletzten Windung (Ausguß). Rippenunregelmäßigkeit auf der ersten Hälfte der Wohnkammer durch Verletzung. Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten, Profil 3 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24167/1. — x 1.

Fig. 4. *Schlotheimia* cf. *gonyphora* Lange, Wohnkammerfragment; a. Lateral-, b. Externansicht der Wohnkammer, c. Externansicht der vorletzten Windung (Ausguß). Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24168. — x 1.

Fig. 5. *Schlotheimia angulosa oligoptycha* Lange in Lateralansicht (Ausguß, incl. Wohnkammer). Fossilbank in der Mitte von Sandsteinhorizont 3, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24179. — x 1.

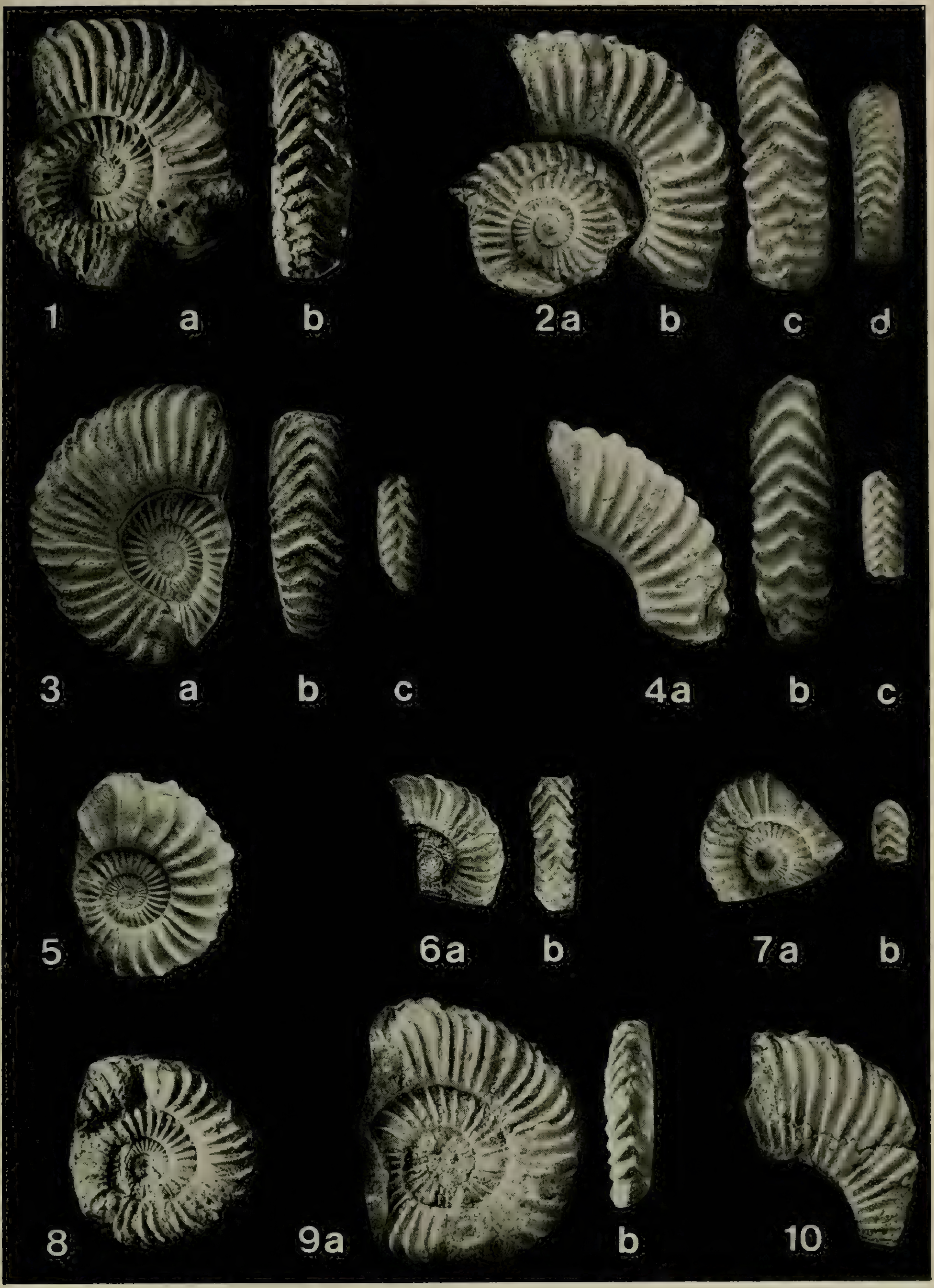
Fig. 6. *Schlotheimia phobetica* Lange; a. Lateral-, b. Externansicht. Fundort und Fundschicht wie Fig. 5. Inv.-Nr. 24170/1. — x 1.

Fig. 7. *Schlotheimia phobetica* Lange; a. Lateral-, b. Externansicht. Phragmokon ausgegossen. Fundort und Fundschicht wie Fig. 5. Inv.-Nr. 24170/4. — x 1.

Fig. 8. *Schlotheimia phobetica* Lange; Lateralansicht. Größtenteils Ausguß des Phragmokons. Fundort und Fundschicht wie Fig. 5. Inv.-Nr. 24170/3. — x 1.

Fig. 9. *Schlotheimia phobetica* Lange; a. Lateral-, b. Externansicht. Ausguß mit Silikonkautschuk. Nassacher Höhe, Sandstein des Gipfelplateaus (Lesestück). Inv.-Nr. 24171. — x 1.

Fig. 10. *Schlotheimia* ex gr. *complanata* v. Koenen. Wohnkammerfragment in Lateralansicht. Fundort und Fundschicht wie Fig. 5. Inv.-Nr. 24181. — x 1.


1
a
b
2a
b
c
d
3
a
b
c
4a
b
c
5
6a
b
7a
b
8
9a
b
10

Tafel 3

Fig. 1. *Schlotheimia tenuis* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Phragmokon ausgegossen. Fossilbank in der Mitte von Sandsteinhorizont 3, Profil 2. Inv.-Nr. 24178. — x 1.

Fig. 2. *Schlotheimia tenuis* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Phragmokon ausgegossen. Nassacher Höhe, Sandstein des Gipfelplateaus (Lesestück). Inv.-Nr. 24174. — x 1.

Fig. 3. *Schlotheimia* cf. *tenuis* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Phragmokon ausgegossen. Grenzbank Psiloceraten-/Schlotheimienschichten, Profil 6. Inv.-Nr. 24155. — x 1.

Fig. 4. *Schlotheimia oxygonia* LANGE; a. Lateral-, b. Externansicht. Phragmokon ausgegossen. Fundort und Fundschicht wie Fig. 1. Inv.-Nr. 24176/2. — x 1.

Fig. 5. *Schlotheimia oxygonia* LANGE; Lateralansicht. Der Phragmokon ist kalzitisch erhalten (z. T. ausgebröckelt). Fundort und Fundschicht wie Fig. 1. Inv.-Nr. 24176/1. — x 1.

Fig. 6. *Schlotheimia* sp.; a. Lateral-, b. Externansicht. Phragmokon ausgegossen. Fundort und Fundschicht wie Fig. 1. Inv.-Nr. 24182/1. — x 1.

Fig. 7. *Schlotheimia* ex gr. *angulata* (SCHLOTHEIM). Sandsteinhorizont 4, fossilreiche Lage 1 m unter der Obergrenze, Profil 4 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24186. — x 1.

Fig. 8. *Schlotheimia* sp.; Lateralansicht. Verdrücktes Exemplar. Konkretionslage in der Mitte des Tonpakts zwischen Sandsteinhorizont 3 und 4, Profil 2 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24183/1. — x 1.

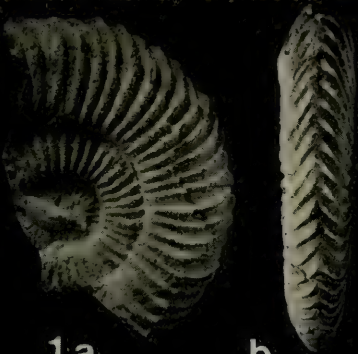
Fig. 9. *Schlotheimia* sp.; Lateralansicht von Innenwindungen. Fundort und Fundschicht wie Fig. 8. Inv.-Nr. 24184/1. — x 1.

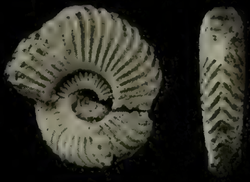
Fig. 10. *Schlotheimia* ex gr. *posttaurina* (WÄHNER), Fragment eines Jugendexemplars; a. Lateral-, b. Externansicht. Fossilhorizont in der Mitte von Sandsteinhorizont 6, Profil 1 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24189/1. — x 2,5.

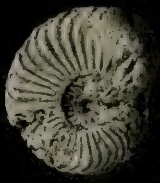
Fig. 11. Arietitide, Fragment eines Jugendexemplars; a. Lateral-, b. Externansicht. Fundort und Fundschicht wie Fig. 10. Inv.-Nr. 24188. — x 1,4.

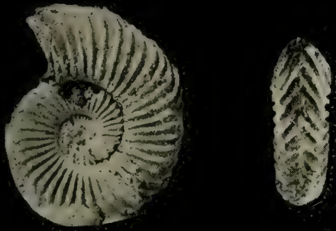
Fig. 12. Arietitide, Wohnkammerfragment; Lateralansicht. Fundort und Fundschicht wie Fig. 10. Inv.-Nr. 24187. — x 1.

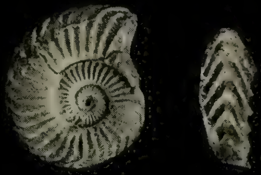
Fig. 13. *Arnioceras oppeli* GUERIN-FRANIATTE [= *geometricum* (OPPEL)], 3 Exemplare auf einer Kalksteinplatte. Arietenkalk, 3. Horizont von unten, Profil 5 bei Sulzfeld. Inv.-Nr. 24190/1—3. — x $^1/_2$.

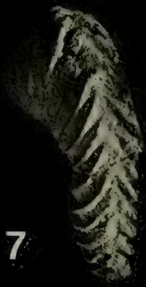

1a b

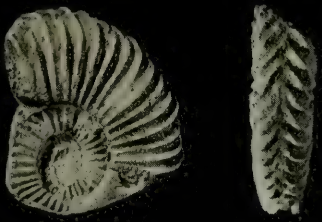

4a b

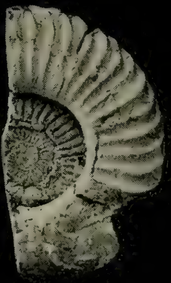

5

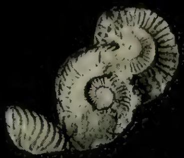

2a b

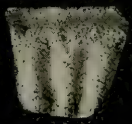

6a b

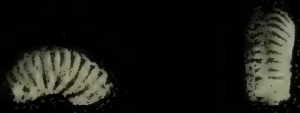

7

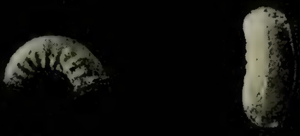

3a b

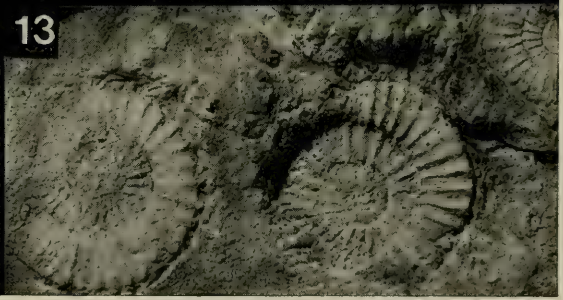

8


9


12


10a b


11a b


13

7

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

Herausgegeben vom

Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Serie B (Geologie und Paläontologie), Nr. 45 Stuttgart 1979

Erstnachweis eines Skorpions in Dominikanischem Bernstein (Stuttgarter Bernsteinsammlung: Arachnida, Scorpionida) 1)

First Record of a Scorpion from Dominican Amber (Amber Collection Stuttgart: Arachnida, Scorpionida) 1)

Von Wolfgang Schawaller, Ludwigsburg

Mit 8 Abbildungen

Summary

A scorpion from Dominican amber is described and figured. It is the first record of a tertiary amber-scorpion from the American continent and the most southern record of a fossil representative of this group. Hitherto only two scorpions from Baltic amber were published in the last century.

There is no doubt that the new fossil belongs to the family Buthidae, in all probability it is a member of the genus *Centruroides* Marx. It is impossible to discuss its relations to Recent species, because first a revision of the genus group with phylogenetic valuation of morphological features is needed. The scorpion is introduced in literature as *Centruroides beynai* n. sp.

The fossil probably lived under barks. The ability to produce venom is directly proven by a visible venom-duct. Together with the scorpion two termites are enclosed in the same piece of amber, so termites may have a possible prey of the animal.

Zusammenfassung

Ein Skorpion aus Dominikanischem Bernstein wird beschrieben und abgebildet. Es ist der erste Nachweis eines tertiären Bernstein-Skorpions vom Amerikanischen Kontinent und der südlichste Fund eines fossilen Vertreters dieser Gruppe überhaupt. Bisher sind nur zwei Skorpione aus Baltischem Bernstein im vorigen Jahrhundert publiziert worden.

Über die Zugehörigkeit des neuen Fossils zur Familie Buthidae besteht kein Zweifel, die Zuordnung zur Gattung *Centruroides* Marx erscheint wahrscheinlich. Ein Bezug zu Rezenten kann nicht diskutiert werden, da zunächst eine Revision der Gattungs-Gruppe mit phylogenetischer Wertung der morphologischen Merkmale nötig ist. Der Skorpion wird als *Centruroides beynai* n. sp. in die Literatur eingeführt.

---

1) Tertiäre Bernstein-Arachnida Nr. 2. — Nr. 1: Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 42, 1—22 (1978)

Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, Nr. 45 Stuttgart, 1. 10. 1979

Das Fossil lebte wahrscheinlich unter Rinden. Die Fähigkeit zur Giftproduktion ist durch erkennbaren Giftkanal direkt nachgewiesen. Zusammen mit dem Skorpion sind im selben Bernstein-Stück zugleich als Indiz für mögliche Beutetiere zwei Termiten eingeschlossen.

Inhalt

1. Einleitung 2
2. Dank 3
3. Methode 3
4. Die bisher beschriebenen Skorpione aus Baltischem Bernstein 3
5. Der neue Skorpion aus Dominikanischem Bernstein 6
   5.1. Beschreibung 6
   5.2. Beziehungen 12
   5.3. Biologie, Ökologie und Verbreitung 13
6. Literatur 14

1. Einleitung

Skorpione gehören zu den größten Raritäten unter den Bernstein-Fossilien, da bislang trotz über 100jähriger Inklusensuche allein zwei Tiere im vorigen Jahrhundert bekannt wurden: (?) *Scorpio schweiggeri* Holl 1829 und (?) *Tityus eogenus* Menge 1869. Diese Einschlüsse stammen beide aus Baltischem Bernstein (Alter: 40 Millionen Jahre) und gelten heute als verschollen. Das jetzt vorliegende neue Exemplar ist im Dominikanischen Bernstein (Alter: 35 Millionen Jahre) eingeschlossen und ist der erste Nachweis eines tertiären Bernstein-Skorpions vom gesamten Amerikanischen Kontinent und der südlichste Fund eines fossilen Skorpions überhaupt. Die Inkluse konnte kürzlich für die Bernsteinsammlung des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart (Abteilung für stammesgeschichtliche Forschung) erworben werden. Herr Erich L. Beyna, Santo Domingo/Dominikanische Republik, hatte den Skorpion in einer Privatsammlung entdeckt und unserem Museum zugänglich gemacht.

Skorpione stellen eine der ältesten landlebenden Arthropoden-Gruppen dar. Schon aus dem Silur und Devon sind sie als Abdrücke erhalten, und sie haben zusammen mit anderen Arachniden damals vor etwa 400 Millionen Jahren als erste Arthropoden den Lebensraum Wasser verlassen und das Land als neue „ökologische Nische“ erobert (Størmer 1969, 1977). Die Skorpione besaßen bereits zu jener Zeit der Erdgeschichte einen ähnlichen Körperbau wie die Rezenten. Man kennt heute etwa 40 Abdrücke aus dem Paläozoikum (Zusammenfassendes bei Kästner 1941, Millot & Vachon 1949, Petrunkevitch 1913), deren Erhaltungszustand es aber nur selten zuläßt, genauere morphologische Details zu erkennen. Aus dem Mesozoikum und dem Tertiär liegen nur vereinzelt Abdrücke vor (Bode 1951, Hadži 1931).

Der Bernstein als ideales Einschlußmittel für kleine und zerbrechliche Fossilien erlaubt im Gegensatz zu Abdrücken eine weitaus eingehendere morphologische Dokumentation. In dieser Arbeit wird versucht, eine möglichst vollständige morphologische Rundum-Analyse zu liefern, die auch die Qualität von Bernsteinfossilien allgemein demonstrieren soll. Daneben finden zoogeographische und ökologische Aspekte Erwähnung. Die hier besprochene Inkluse ist überaus wertvoll, da sie zum ersten Mal eine ausführlichere äußere Morphologie eines fossilen Skorpions ermöglicht. Die zwei bis heute allein publizierten Arten aus Baltischem Bernstein (siehe Kap. 4) sind nicht so genau beschrieben und abgebildet, wie man es sich wünschen würde. Diese Einschlüsse aus dem vorigen Jahrhundert sind leider nicht mehr auffindbar und können deshalb heute nicht auf bestimmte Merkmale zur Klärung ihrer wirklichen systematischen Stellung nachgeprüft werden.

2. Dank

Zu Dank verpflichtet bin ich Herrn E. L. Beyna, der die wertvolle Inkluse entdeckte, und ohne dessen Hilfe diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Dr. D. Schlee vertraute mir das Fossil zur Bearbeitung an und las kritisch zusammen mit Dr. G. Bloos das Manuskript; für ihre Mithilfe danke ich beiden Kollegen auch an dieser Stelle.

3. Methode

Zum aussagekräftigen Vergleich mit anderen Arten ist es erforderlich, die morphologischen Details genau in Planlage zu dokumentieren und zu messen. Dies wird mit Hilfe mehrerer Schleifebenen und zwischenzeitliche wiederholte Einbettung in Kunststoff ermöglicht. Ist eine Planbeobachtung ohne Zerstörung des Fossils bei abstehenden, unterschiedlich gewinkelten Extremitäten nicht möglich, so wird die reale Länge ausgerechnet (Näheres z. B. bei Schlee & Glöckner 1978). Die Terminologie der morphologischen Strukturen und die Definition der Meßstrecken erfolgen nach Stahnke (1970), die der Trichobothrien-Taxie nach Vachon (1973). Mit einem Wild-Fotomakroskop M 400 fertigte ich vom Fossil Dias an, deren Projektion die Abbildungsgrundlage bildete.

4. Die bisher beschriebenen Skorpione aus Baltischem Bernstein

(?) *Scorpio schweiggeri* Holl 1829

Bereits 1819 beschrieb Schweigger diesen fossilen Skorpion aus Baltischem Bernstein, die Benennung erfolgte durch Holl (1829). Die Gattungs-Zugehörigkeit ist sicher falsch. Aus der Beschreibung und den beigefügten Abbildungen, die mehrere grobe Fehler enthalten (so sollen z. B. die Kammzähne direkt an den Beinen sitzen), kann man an Hand des Habitus auf einen Vertreter der Buthidae schließen; dies erkannte bereits Hadži (1931). Eine weitgehendere Einordnung ist kaum möglich. Die Zahl der Kammzähne soll 14 betragen, ein Merkmal, welches allein als Gattungskennzeichen nicht ausreicht. Zudem handelt es sich um eine aufgeplatzte Exuvie, die offensichtlich nach der Bernstein-Einbettung noch mehreren Deformationen ausgesetzt war. So ist *Scorpio schweiggeri* in Zukunft allenfalls als nomen nudum zu führen.

Aufgrund dieser unzureichenden, zu Anfang des vorigen Jahrhunderts aber meist üblichen Dokumentation lassen sich keine Beziehungen zu dem hier behandelten Tier aus Dominikanischem Bernstein ermitteln. Möglicherweise besteht Konspezifität mit dem zweiten beschriebenen Skorpion aus Baltischem Bernstein:

(?) *Tityus eogenus* Menge 1869

Die Gattungs-Zugehörigkeit dieses zweiten fossilen Skorpions aus Baltischem Bernstein ist sehr fraglich, die Zugehörigket zu den Buthidae erscheint jedoch

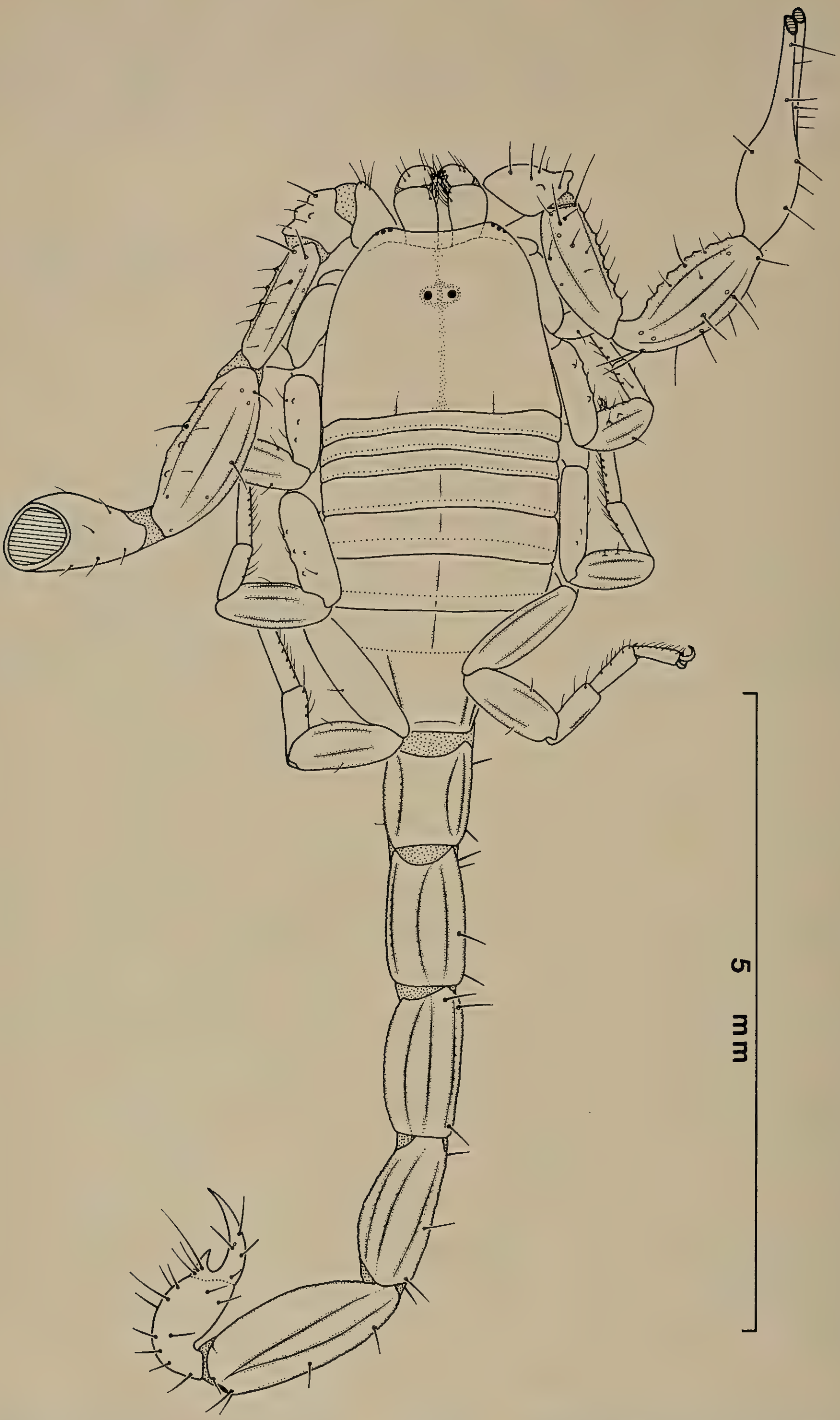


Abb. 1. *Centruroides beynai* n. sp. Körperumriß und erkennbare Beborstung von dorsal.

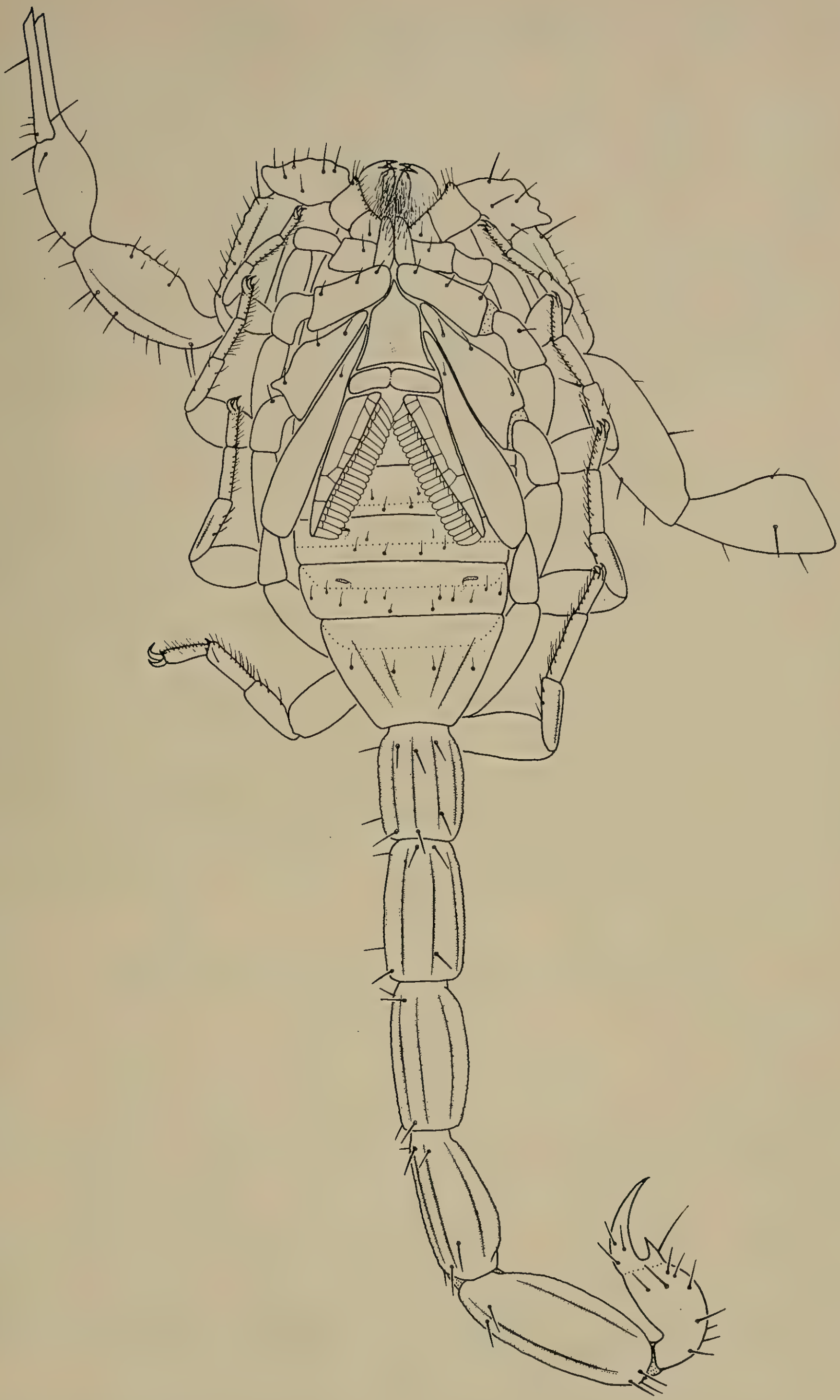


Abb. 2. *Centruroides beynai* n. sp. Körperumriß und erkennbare Beborstung von ventral.

sicher. MENGE beschreibt das juvenile Exemplar für damalige Verhältnisse recht ausführlich, aber über entscheidende Merkmale, die heute zur Gattungszuordnung verwendet werden (z. B. Vorhandensein oder Fehlen von Tarsalspornen, Einzelheiten des Kammes, Trichobothrien-Taxie der Pedipalpen, Details der Scheren-Finger und der Cheliceren) äußert er sich nicht. Da der Einschluß als verschollen gilt, scheint die Gattungs-Zugehörigkeit nicht mehr feststellbar. Nach KRAEPELIN (1899) gehört die Inkluse eher zur Gattung *Lychas* C. L. KOCH 1845, einen Beweis für diese Annahme liefert der Autor jedoch nicht.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß *eogenus* und *schweiggeri* Namen für dieselbe Art eines buthoiden Skorpions des Baltischen Bernsteins sind. Wahrscheinlich kannte MENGE das andere Fossil nicht, jedenfalls findet sich in seiner Beschreibung kein Hinweis auf die früheren Publikationen von SCHWEIGGER und HOLL. An Hand der Abbildungen erscheint die vermutete Konspezifität möglich, auch die Zahl der Kammzähne (bei *eogenus* 13, bei *schweiggeri* 14) spräche gegebenenfalls dafür.

Ähnlichkeiten des neu vorliegenden Fossils aus Dominikanischem Bernstein mit *eogenus* bestehen neben der Körpergröße in der Mikroskulptur der Cuticula. Diese ist nach MENGE „sehr feinnarbig mit eingestreuten Grübchen, aus denen ganz kurze Härchen entspringen". Zur taxonomischen Bearbeitung ist dieses Merkmal jedoch nicht brauchbar, da es innerhalb der Skorpione bei vielen Taxa verbreitet ist. Der markanteste überprüfbare Unterschied liegt in der Zahl der Kammzähne (bei *eogenus* 13, bei *beynai* n. sp. 21).

Die Gattung *Tityus* C. L. KOCH 1836 ist heute auf Südamerika und die vorgelagerten Inseln beschränkt. Es ist wenig wahrscheinlich, daß sie im Oligozän auch in Europa vorkam. Die rezenten *Lychas*-Arten besiedeln Asien, Afrika und Australien; sie könnten zur Entstehungszeit des Baltischen Bernsteins schon eher in Europa gelebt haben. Von den Buthiden erreicht heute nur das Areal der Gattung *Buthus* LEACH 1815 Europa im Süden, die Zugehörigkeit von *eogenus* zu dieser Gattung ist aber ebenfalls unsicher.

5. Der neue Skorpion aus Dominikanischem Bernstein

5.1. Beschreibung

Centruroides beynai n. sp.

Holotypus: Jungtier aus Dominikanischem Bernstein; aufbewahrt im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (Abteilung für stammesgeschichtliche Forschung), Inv.-Nr.: Do-1460-1.

Derivatio nominis: Die Art ist nach Herrn ERICH L. BEYNA, Santo Domingo, benannt zum Dank für seine Hilfe. Er entdeckte die Inkluse in einer Privatsammlung und reservierte sie für unser Museum.

Erhaltungszustand: Der Skorpion liegt knapp unter der Oberfläche eines kleinen Bernstein-Stückes (⌀ max. 3 cm) und ist fast vollständig erhalten, nur die Fingerspitzen der rechten Pedipalpen-Schere sowie die Finger und der distale Handteil der linken Pedipalpen-Schere waren bereits in der Dominikanischen Republik abgeschliffen worden.

Diagnose. — Erste Art aus Dominikanischem Bernstein mit der Gestalt von *Centruroides* s. l. Carapax Breite : Länge = 1,2 : 1. Tergite IV—VII des

Präabdomen mit nur schwachem Mediankiel. Nebenstachel des Telson kräftig, etwa ein Drittel so lang wie der Hauptstachel (Abb. 5). 21 Kammzähne (Abb. 4). Cheliceren Abb. 3. Trichobothrien-Taxie der Pedipalpen Abb. 6. Bezug zu Rezenten problematisch (Kap. 5.4.).

Körper. — Das gesamte Tier einheitlich hellgelb gefärbt und ohne Zeichnungsmuster, lediglich der Giftstachel etwas dunkler. Cuticula an den basalen Segmenten der Extremitäten mit einigen schwachen Tuberkeln, sonst glatt; überall mit netzartiger Mikroskulptur (sichtbar bei 100×) und mit Makro- und Mikrochaeten besetzt, auf den Pedipalpen inserieren zusätzlich Trichobothrien.

Carapax (Abb. 1). — Breiter als lang (1,2 : 1,0); nach vorne stärker verengt als zur Basis und dort am breitesten; Vorderrand median schwach ausgerandet und Vorderwinkel abgerundet; Hinterwinkel lappig nach hinten ausge-

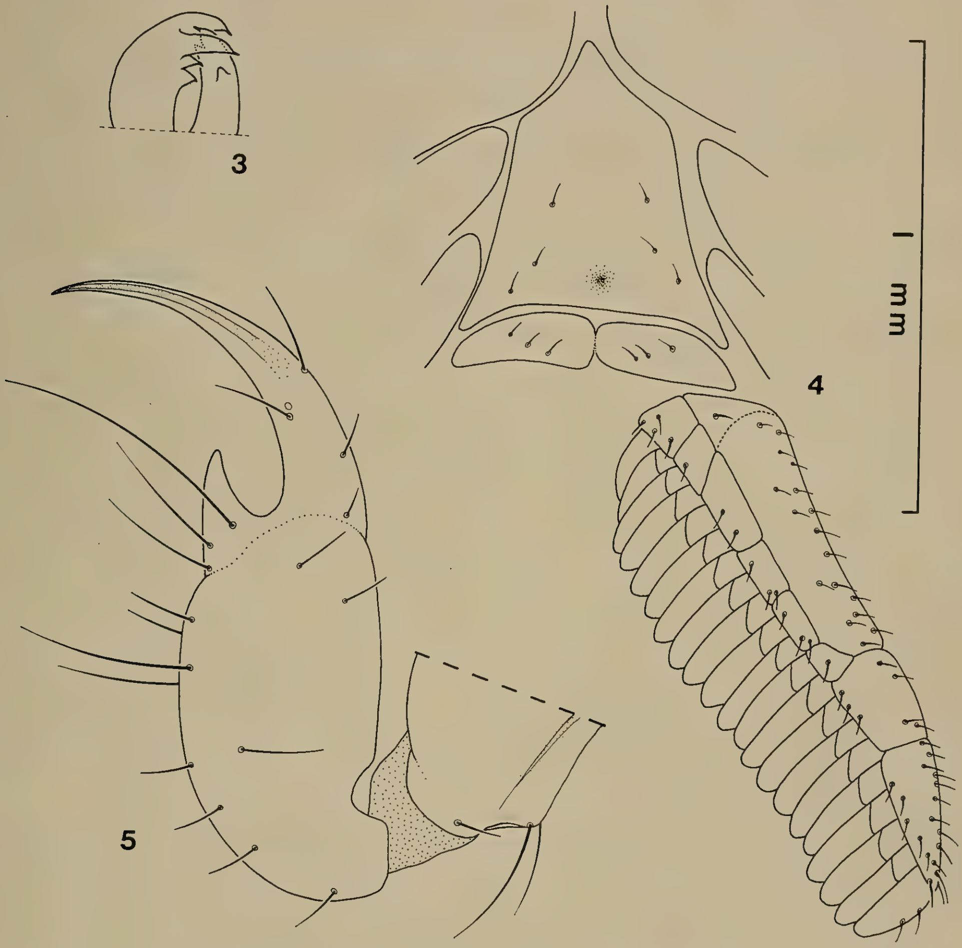


Abb. 3—5. *Centruroides beynai* n. sp.

3: Rechte Cheliceren-Spitze von ventral; beweglicher Finger innen mit 4 Zähnen, fester Finger innen mit 2 Zähnen und ventral mit 1 Zahn. Behaarung fortgelassen.

4: Sternum, Genitalklappen und linker Kamm; zur Orientierung siehe Abb. 2.

5: Telson mit Haupt- und Nebenstachel; beachte Giftkanal im Hauptstachel (sichtbar bei starkem Durchlicht).

zogen; Basis median und neben den Hinterwinkeln ausgeschweift. Oberfläche ohne Tuberkel, bis auf die Mikroskulptur glatt; mit schwacher Mendianfurche. Basis beiderseits mit kurzem und schwachem Längskiel. Makrochaeten fehlen, Mikrochaeten vorhanden. Die dorsalen Mittelaugen auf flachem Augenhügel liegen weit vor der Carapax-Mitte, fast im vorderen Carapax-Drittel (Abb. 1). Lateral je drei Seitenaugen, das hintere viel kleiner als die vorderen zwei und nur schwer sichtbar.

Präabdomen (Abb. 1, 2). — Tergite I—VI einander ähnlich gebaut und etwa so breit wie die Carapax-Basis; Tergit VII plötzlich verschmälert und am Ende nur so breit wie die Segmente des Postabdomen. Tergite I—III kurz, IV—VII distad an Länge zunehmend. Tergite I—VI durch eine flache Furche in einen rauheren vorderen und einen glatten hinteren Anteil geschieden. Tergite IV—VII mit nur schwachem, verrundetem Mediankiel, Tergit VII zusätzlich vor der Mitte mit schwacher Querfurche und dahinter auf jeder Seite mit zwei abgerundeten Längskielen; Sternit VII ebenfalls mit je zwei solchen Längskielen. Sternite III—VI mit je einem erkennbaren Stigmen-Paar. Oberfläche aller Tergite und Sternite ohne Tuberkeln, aber mit Mikroskulptur. Auf den Tergiten fehlen Makrochaeten, auf den Sterniten sind sie hingegen vorhanden (Stellung in Abb. 2); Mikrochaeten überall wie auf dem Carapax ausgebildet.

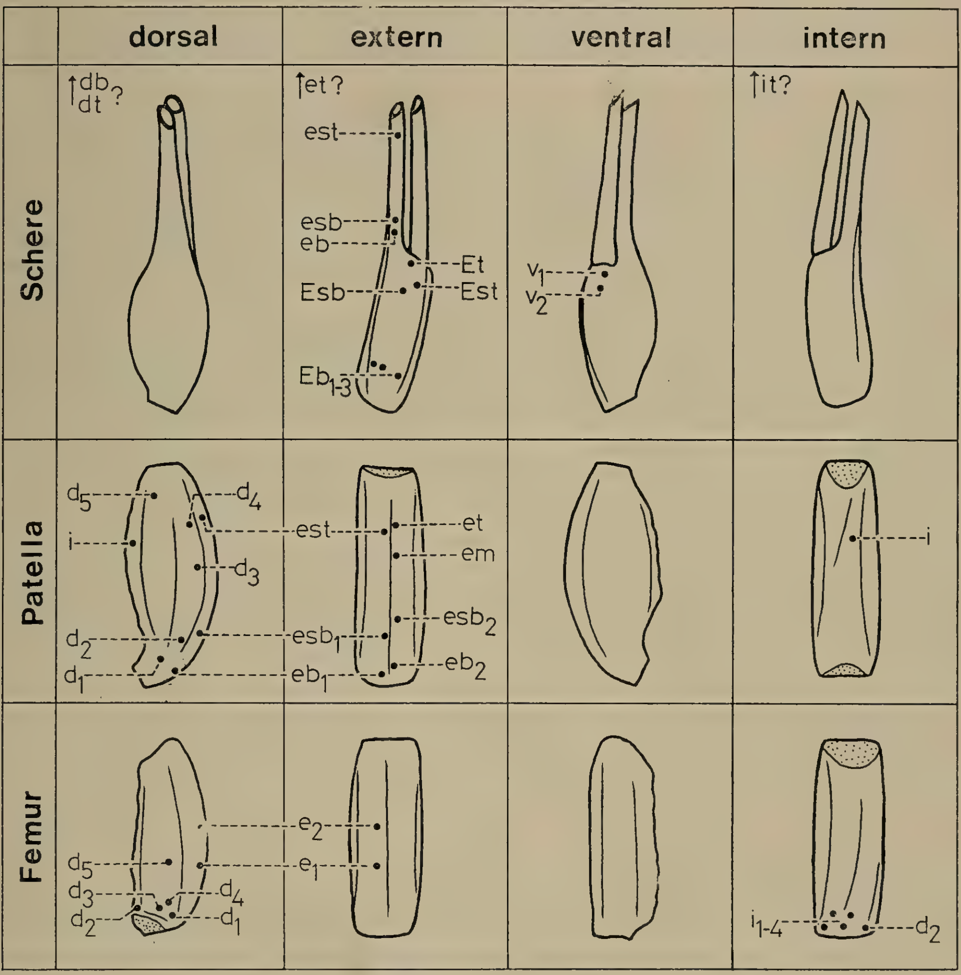
Postabdomen (Abb. 1, 2). — Die Segmente nehmen distad gleichmäßig an Länge zu, das letzte (V.) ist am längsten. Zwischen allen Segmenten dorsal breite Intersegmentalhäute, die große Beweglichkeit des Schwanzes gewährleisten. Segmente I—IV mit den bei fast allen Skorpionen vorhandenen 10 Kielen (je ein Paar: Dorsalkiel; oberer, mittlerer und unterer Lateralkiel; Ventralkiel); diese 10 Kiele annähernd gleich gebaut, abgerundet und nur mit schwachen Körnchen besetzt; Dorsal- und Ventralfläche nur leicht eingesenkt, ohne tiefere Rinne. Segment V mit nur 7 Kielen, da beide Dorsalkiele fehlen und unten nur ein Medialkiel statt zwei Ventralkielen vorhanden ist; mittlerer und unterer Lateralkiel bei diesem Segment schwächer ausgeprägt als der obere Lateralkiel. Auf allen Segmenten ist die Oberfläche zwischen dem oberen und mittleren Lateralkiel etwas glatter als die der übrigen Zwischenräume, diese so rauh wie der vordere Teil der Präabdomen-Tergite. Neben Mikrochaeten und der Mikroskulptur stehen auf dem Postabdomen besonders auf der Unterseite und bevorzugt an den Segment-Enden vereinzelt Makrochaeten (Stellung in Abb. 1, 2). Afteröffnung am Ende des letzten Segmentes vor dem Telson erkennbar.

Telson (Abb. 5). — Mit dem Giftstachel etwa so lang wie das letzte (V.) Segment des Postabdomen. Blase, die wie bei Rezenten sicher auch beim Fossil die Giftdrüse beherbergt, im Medianschnitt langoval; Inhalt strukturlos, keine histologischen Details erkennbar. Giftstachel fast so lang wie die Blase, Spitze kräftig sklerotisiert (dunkler als die Basis). Im starkem Durchlicht erkennt man deutlich den ausführenden Giftkanal, der bis unmittelbar zur Spitze des Stachels reicht und dessen Verlauf sich basal im Lumen der Blase verliert. Ventraler Nebenstachel kräftig, etwa ein Drittel so lang wie der Hauptstachel. Oberfläche der Blase und beider Stacheln glatt, außer Mikroskulptur und Mikrochaeten mit zahlreichen und langen Makrochaeten; auf dem Nebenstachel steht eine Seta, die so lang ist wie der Hauptstachel.

Sternum (Abb. 2, 4). — Umriß fünfeckig, Vorderrand dreieckig verschmälert, Hinterwinkel etwas nach hinten ausgezogen. Oberfläche mit Mikroskulptur und auf jeder Seite mit einer Längsreihe von drei Makrochaeten; in der Mitte vor dem Hinterrand eine deutliche Grube.

Genitalklappe (Abb. 2, 4). — Paarig und wahrscheinlich nur schwach sklerotisiert (verbeult). Teile median einander berührend und möglicherweise verwachsen; jedes Teil mit drei Makrochaeten.

Kämme (Abb. 4). — Kammgrundstück verdeckt und nicht sichtbar. Randlamelle aus drei Teilen zusammengesetzt, der basale Teil länger als die zwei distalen, besonders der letzte mit zahlreichen Makrochaeten. Die Mittellamelle besteht aus 6 Teilen und erstreckt sich lediglich längs des Basalteiles der Randlamelle; alle Teile mit Makrochaeten. Fulcren ausgebildet. 21 Kammzähne vorhanden, alle Zähne distal mit Sinnesporen, der letzte Zahn außen zusätzlich mit einigen Makrochaeten.


dorsal
extern
ventral
intern
Schere
Patella
Femur
↑db
dt ?
↑et ?
est
esb
eb
Esb
Et
Est
Eb1-3
v1
v2
↑it?
d5
d4
i
est
d3
d2
d1
et
em
esb2
esb1
eb1
eb2
i
e2
e1
d5
d3
d4
d2
d1
i1-4
d2

6

Abb. 6. *Centruroides beynai* n. sp. Idealisiertes Schema der Trichobothrien-Taxie der Pedipalpen; rekonstruiert und zusammengesetzt aus beiden Extremitäten. Nomenklatur nach VACHON (1973).

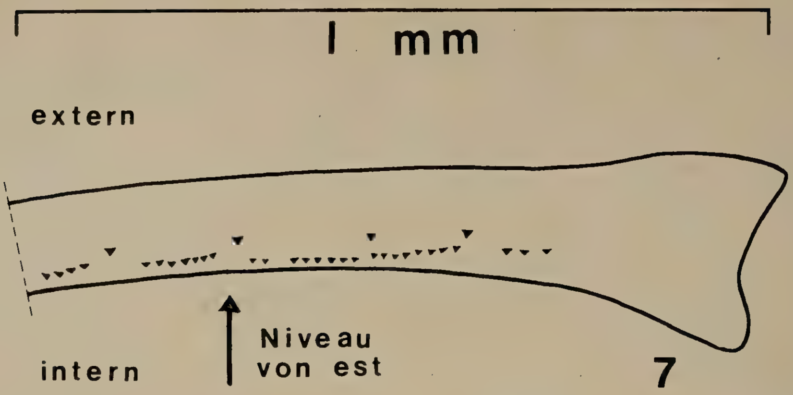


Abb. 7. *Centruroides beynai* n. sp. Innenseite des beweglichen Fingers der rechten Pedipalpen-Schere, distales Drittel abgeschliffen; Rekonstruktion der Zahnreihen (bei starkem Durchlicht).

Cheliceren (Abb. 3). — Beweglicher Finger innen mit 4 Zähnen; der erste und zweite (von basal gezählt) klein, nur halb so lang wie die 2 distalen; der dritte am kräftigsten. Fester Finger ventral mit 1 Zahn und innen mit 2 Zähnen, diese etwa so groß wie die 2 basalen des beweglichen Fingers. Spitze (zweiter Innenzahn) des festen Fingers (in Ruhe) zwischen den 2 großen distalen Zähnen des beweglichen Fingers eingeschlagen.

Pedipalpen (Abb. 1, 2, 6, 7). — Durch Abschliff fehlen rechts die Finger-Spitzen und links die gesamten Finger und der distale Handteil. Oberfläche mit Mikroskulptur. Kiele auf Femur, Patella und Schere nur schwach und abgerundet. Trichobothrien-Stellung orthobothriotaxisch und vom Typ A (Vachon 1973) (Abb. 6): Femur mit 11 Trichobothrien (i_{1-4}, e_{1-2}, d_{1-5}), wobei d_2 von dorsal nach intern gewandert ist; Patella mit 13 Trichobothrien (i, et, est, em, esb_{1-2}, eb_{1-2}, d_{1-5}); Scheren-Hand mit 8 Trichobothrien (v_{1-2}, Et, Est, Esb, Eb_{1-3}); fester Scheren-Finger mit 3 erhaltenen (eb, esb, est) und wahrscheinlich mit 4 wegen Abschliff fehlenden Trichobothrien (it, et, db, dt). Zusätzlich finden sich Makro- und Mikrochaeten auf allen Pedipalpen-Gliedern. Die Zähne des beweglichen Scheren-Fingers in einer unregelmäßigen Längsreihe serienweise angeordnet und extern von einigen stärkeren Zähnen begleitet (Abb. 7). Da das distale Finger-Drittel fehlt, kann die taxonomisch wichtige Zahl der größeren Nebenzähne und damit die absolute Zahl der Serien nicht ermittelt werden; auf den basalen zwei Dritteln des Fingers stehen 5 Serien.

Laufbeine (Abb. 1, 2, 8). — Coxa I nur wenig länger als breit, Coxa IV viel gestreckter und länger als ein Kamm; alle Coxen mit einigen Makrochaeten. Trochanter I—IV einander ähnlich, IV am längsten. Femur I—IV mit einigen, zum Teil sehr schwachen Längskielen. Tibia I—IV im Querschnitt rundlich, dorsal (außen) mit Längskiel, ventral nur mit wenigen (3—4) Makrochaeten. Tarsalsporn fehlt an allen Beinen. Die zwei Tarsenglieder aller Beine im Querschnitt rundlich und ventral mit zahlreichen kräftigen Makrochaeten. Zwei Grunddorne vorhanden, beide gleichgestaltet und ohne Auszeichnungen. Die zwei Krallen aller Beine gleichartig, Gehstachel nur kurz.

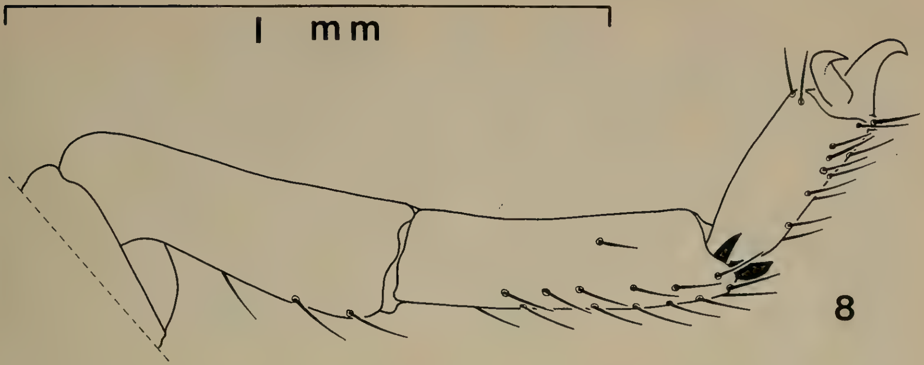


Abb. 8. *Centruroides beynai* n. sp. Tibia und Tarsenglieder 1 und 2 von Bein IV. Tarsalsporn fehlt, beide Grunddorne gleich lang.

Maße (mm; L: Länge, B: Breite)

Körper-L ohne Telson und ohne Cheliceren: 9,42.
Carapax-L median: 1,39.
Carapax-B an der Basis: 1,64.
Sternum-L median: 0,57.
Kamm-L (3 Randlamellen): 1,12.
Kammzahn-L: 0,20—0,26.
Pedipalpen: Femur-L: 1,10.
Femur-B: 0,40/0,36 (ovaler Querschnitt).
Patella-L: 1,40.
Patella-B: 0,54/0,50.
Hand-L: 0,79.
Finger-L: > 1,14 (Spitze abgeschliffen).

	Laufbein-I	Laufbein-II	Laufbein-III	Laufbein-IV
Femur-L:	0,81	0,78	0,93	1,03
Femur-B:	0,21	0,21	0,29/0,24	0,33
Patella-L:	0,65	0,67	0,88	0,91
Patella-B:	0,30	0,31	0,36	0,34
Tibia-L:	0,42	0,41	0,43	0,43
Tibia-B:	0,14	0,16	0,17	0,19
Tarsenglied-1-L:	0,36	0,39	0,46	0,47
Tarsenglied-1-B:	0,11	0,12	0,13	0,14
Tarsenglied-2-L:	0,23	0,24	0,28	0,28
Tarsenglied-2-B:	0,11	0,13	0,13	0,13

Präabdomen-L: 2,53.
Präabdomen-B maximal: 1,57.
Postabdomen: L ohne Telson: 5,50.
Segment-I-L: 0,79.
Segment-II-L: 1,00.
Segment-III-L: 1,07.
Segment-IV-L: 1,17.
Segment-V-L: 1,47.
Telson-L mit Stachel: 1,43.

5.2. Beziehungen

Die für einen Skorpion geringe Körpergröße ist ein sicheres Indiz für das Vorliegen eines Jungtieres. Der äußere morphologische Unterschied zwischen adulten und juvenilen Skorpionen ist, abgesehen von der Körpergröße, nur gering (Larval-Stadien I—II) oder nahezu unbekannt (ältere Larval-Stadien) (VACHON 1940). Das genaue Juvenil-Stadium des Fossils läßt sich wegen jener Ähnlichkeiten nicht angeben. Durch diese Übereinstimmung von Adulti und Jungtieren verliert die vorliegende Juvenil-Inkluse somit keinesfalls an Wert, und die morphologischen Befunde lassen sich auf ausgewachsene Tiere übertragen und mit diesen vergleichen. Dies ist bei anderen Arachniden-Ordnungen nur ausnahmsweise möglich.

Über die Zugehörigkeit dieses ersten tertiären Skorpions aus Dominikanischem Bernstein zur Familie Buthidae besteht kein Zweifel. Dafür sprechen folgende Merkmale der äußeren Morphologie:

1. Sternum fünfeckig, vorne dreieckig verschmälert (Abb. 4).
2. Innerer Dorsalrand des beweglichen Cheliceren-Fingers mit vier Zähnen, von denen der zweite am größten ist (Abb. 3).
3. Trichobothrien-Taxie vom Typ A (VACHON 1973) (Abb. 6).
4. Zwischen den beiden Tarsal-Gliedern der Laufbeine zwei Grunddorne (Abb. 8).

Anatomische Merkmale (der Eier, Tracheen-Lunge, Gift-Drüse) zählt STAHNKE (1972) zusätzlich auf, diese können leider am Fossil nicht überprüft werden.

Die zwei bekannten Tiere aus Baltischem Bernstein (siehe Kap. 4) gehören ebenfalls in diese größte und am weitesten verbreitete Familie der Skorpione.

Mit den Tabellen in STAHNKE (1972) und VACHON (1977) erscheint die Zuordnung des neuen Fossils zur Gattung *Centruroides* MARX 1889 möglich. Die dafür ausschlaggebende Merkmalskombination ist (Reihenfolge willkürlich):

1. Drei Paar Seitenaugen (Abb. 1).
2. Terga des Präabdomen einfach median gekielt (Abb. 1).
3. Segment V des Postabdomen dorsal ohne tiefe Rinne (Abb. 1, 2).
4. Nebenstachel (beim Jungtier) vorhanden (Abb. 5).
5. Fulcren vorhanden (Abb. 4).
6. Pedipalpen-Chaetotaxie orthobothriotaxisch, d_2 des Femur nach intern gewandert (Abb. 6).
7. Scheren-Hand (von lateral betrachtet) schmal (Abb. 6).
8. Beweglicher Pedipalpen-Finger in den basalen zwei Dritteln (distales Drittel fehlt!) mit 5 Zahn-Serien und bereits an der Basis mit Nebenzähnen (Abb. 7).
9. Tarsalsporne fehlen an allen Laufbeinen (Abb. 8).
10. Beide Grunddorne zwischen den Tarsal-Gliedern gleichmäßig lang (Abb. 8).
11. Tarsal-Glieder 1 und 2 aller Beine ventral mit Makrochaeten (Abb. 2, 8).

Leider fehlt dem Fossil das distale Finger-Drittel, so daß die genaue Zahl der Zahn-Serien und die Stellung der Trichobothrien db, dt, et und it nicht zur Charakterisierung herangezogen werden können. Der Gattungskomplex um *Centruroides* MARX 1889 (incl. *Rhopalurus* THORELL 1876, *Tityus* C. L. KOCH 1836, *Isometrus* HEMPRICH & EHRENBERG 1828) ist morphologisch recht einheitlich und bedarf dringend einer eingehenden Revision; dies betont auch Vachon (1977: 293 Fußnote). Überdies differiert die Ausbildung der Finger-Zähne etwas zwischen Jungtieren und Adulti, so daß die Entscheidung über die Zugehörigkeit des Fossils zur Gattung *Centruroides* s. str. nicht mit absoluter Sicherheit zu fällen ist, wohl aber die Zugehörigkeit zum Gattungskomplex *Centruroides* s. l.

Die systematischen und phylogenetischen Verhältnisse innerhalb des Gattungskomplexes *Centruroides* s. l. sind noch völlig offen. Durch Überbewertung von Färbungs-Merkmalen und durch Unkenntnis definitiver Diagnose-Merkmale existiert eine hohe Zahl nomineller Arten, die ausschließlich in Mittel-Amerika verbreitet sind. Die Synonymie vieler Formen von *Centruroides* s. str. ist bereits geklärt (zuletzt Stahnke 1971, Stahnke & Calos 1977). Heute akzeptiert man etwa 40 Arten, jedoch dürften noch weitere Veränderungen zu erwarten sein. Für die verwandtschaftlich begründete Einordnung des vorliegenden tertiären Fossils wäre zunächst eine eingehende Revision der Rezenten mit phylogenetischer Wertung bestimmter Merkmale nötig. Der stammesgeschichtliche Bezug zu den heute lebenden Arten kann aus diesem Grunde leider noch nicht diskutiert werden.

Trotz der eben aufgezeigten Probleme wird das Fossil als neue Art benannt. Denn zum einen zeigen Bernstein-Inklusen aus dieser erdgeschichtlichen Epoche bei anderen Tiergruppen fast immer spezifische Unterschiede gegenüber Rezenten, die eine Neubenennung rechtfertigen. Und selbst wenn deutliche morphologische Unterschiede nicht feststellbar sind, ist Vorsicht bezüglich identischer Artbezeichnungen geboten: Arten sind nicht morphologisch, sondern biologisch als Fortpflanzungsgemeinschaften definiert, aber natürlich bleibt bei diesen toten und durch jahrmillionenlange Zeiträume voneinander getrennten Tieren diese Frage nach möglicher fertiler Reproduktion unlösbar (weitere Erörterungen bei Hennig 1966). Zum anderen soll eine Grundlage für die „Handhabung“ dieses ersten fossilen Skorpions aus Dominikanischem Bernstein in künftigen Arbeiten geschaffen werden: Die morphologischen Strukturen sind ausführlich dokumentiert, so daß die verwandtschaftlichen Beziehungen zu Rezenten anläßlich einer Revision der gesamten Gruppe nachträglich erkannt werden können.

5.3. Biologie, Ökologie und Verbreitung

Stahnke (1966) teilt die Skorpione grob in zwei ökologische Gruppen: „Rinden-Skorpione“ und „Boden-Skorpione“: Zum einen Tiere aus Rindenbiotopen, die die Fähigkeit zum Eingraben in den Boden zum Teil verloren haben; zum zweiten Tiere, die vorzugsweise in ariden Gebieten ausschließlich am Boden leben und ausgezeichnet graben können. Diese ökologische Zweiteilung geht mit systematischen Kategorien auf Familien-Niveau einher: Zu den „Rinden-Skorpionen“ gehören alle Arten der Buthidae, zu den „Boden-Skorpionen“ die Arten der übrigen Familien. In Arizona finden sich die Angehörigen der Buthidae am häufigsten unter loser Rinde von Baumwolle und Eukalyptus und leben in diesen Schlupfwinkeln oft gesellig (Stahnke 1966). Es ist sicher kein Zufall, daß alle drei Bernstein-Skorpione (*schweiggeri* Holl, *eogenus* Menge, *beynai* n. sp.) der Familie Buthidae angehören. Offensichtlich besiedelten die Vertreter dieser Familie bereits im Tertiär Rindenbiotope und werden dort naturgemäß häufiger vom Harzfluß überrascht und konserviert als bodenlebende Formen. Heute haben die

Centruroides-Arten vielfach die ökologische Nische „menschliche Siedlung" erobert, — ein Biotop, der im Tertiär natürlich noch nicht existierte.

Neben dem Skorpion sind in demselben Stück Dominikanischen Bernsteins auch zwei entflügelte Termiten-Imagines von ca. 5 mm Körperlänge eingeschlossen, die entweder der Familie Kalotermitidae oder Rhinotermitidae angehören. Man kann annehmen, daß diese Termiten zusammen mit dem Skorpion einem gemeinsamen Lebensraum entstammen. Möglicherweise sind solche Termiten Beutetiere der herumstreifenden Skorpione gewesen.

Das produzierte Gift vieler Angehöriger der Gattung *Centruroides* gehört zu den toxischsten aller Skorpione und kann auch beim Menschen den Tod verursachen. Die Fähigkeit zur Giftproduktion ist bereits im Tertiär ausgeprägt — was bei der vorliegenden Inkluse direkt durch den Giftkanal belegt ist — und stammesgeschichtlich wahrscheinlich noch viel älter.

Die Gattung *Centruroides* ist zur heutigen Zeit geographisch im wesentlichen auf Mittelamerika beschränkt. Das Verbreitungszentrum liegt in Mexiko, einige Arten kommen im südlichen Teil der Vereinigten Staaten und auf den Westindischen Inseln (Antillen) vor, andere erreichen mit ihrem Areal Südamerika. Die Dominikanische Republik auf der Antilleninsel Hispaniola (Haiti) wird nach STAHNKE & CALOS (1977) von mindestens drei Arten besiedelt: *gracilis* (LATREILLE 1804), *nitidus* (THORELL 1876) und *testaceus* (DEGEER 1778). Die hier besprochene Inkluse in Dominikanischem Bernstein ist nun ein erster Hinweis über das Vorkommen dieser Gattung im mittelamerikanischen Raum schon im Tertiär, sie ist damit zugleich der südlichste Fund eines fossilen Skorpions überhaupt.

6. Literatur

BODE, A. (1951): Ein liassischer Scorpionide. — Paläont. Z., **24**: 58—65; Stuttgart.

HADŽI, J. (1931): Skorpionreste aus dem tertiären Sprudelsinter von Böttingen (Schwäbische Alb). — Paläont. Z., **13**: 134—148; Stuttgart.

HENNIG, W. (1966): *Fannia scalaris* FABRICIUS, eine rezente Art im Baltischen Bernstein? (Diptera: Musidae). — Stuttgarter Beitr. Naturk., **150**: 1—12; Stuttgart.

HOLL, F. (1829): Handbuch der Petrefactenkunde. 489 S.; Dresden (Hilscher).

KÄSTNER, A. (1940): 1. Ordnung der Arachnida: Scorpiones. — *In:* KÜKENTHAL, W.: Handbuch der Zoologie, **3** (2, 1): 117—240; Berlin (de Gruyter).

KRAEPELIN, K. (1899): Scorpiones et Pedipalpi. — *In:* SCHULZE, F.: Das Tierreich, **8**: 1—265; Berlin (Friedländer).

MENGE, A. (1869): Über einen Scorpion und zwei Spinnen im Bernstein. — Schr. naturwiss. Ges. Danzig, N.S., **2**: 1—9; Danzig.

MILLOT, J. & VACHON, M. (1940): Ordre des Scorpions. — *In:* GRASSÉ, P.: Traité de Zoologie, **6**: 386—436; Paris (Masson).

PETRUNKEVITCH, A. (1913): A monograph of the terrestrial Paläozoic Arachnida of North America. — Trans. Conn. Acad. Arts Sci., **18**: 1—137; New Haven.

SCHLEE, D. & GLÖCKNER, W. (1978): Bernstein. — Stuttgarter Beitr. Naturk., C, **8**: 1—72; Stuttgart.

SCHWEIGGER, A. F. (1819): Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Anhang: Bemerkungen über den Bernstein. 127 S.; Berlin (Reimer).

STAHNKE, H. L. (1966): Some aspects of scorpion behavior. — Bull. south. Calif. Acad. Sci., **65**: 65—80; Los Angeles.

— (1970): Scorpion nomenclature and mensuration. — Ent. News, **81**: 297—316; Philadelphia.

— (1971): Some observations of the genus *Centruroides* MARX (Buthidae, Scorpionida) and *C. sculpturatus* EWING. — Ent. News, **82**: 281—307; Philadelphia.

— (1972): A key to the genera of Buthidae (Scorpionida). — Ent. News. **83**: 121—133; Philadelphia.

— & CALOS, M. (1977): A key to the species of the genus *Centruroides* MARX (Scorpionida: Buthidae). — Ent. News, **88**: 111—120; Philadelphia.

STØRMER, L. (1969): Oldest known terrestrial Arachnids. — Science, **164**: 1276—1277; Washington.

— (1977): Arthropod invasion of land during late Silurian and Devonian times. — Science, **197**: 1362—1364; Washington.

VACHON, M. (1940): Sur la systématique des Scorpions. — Mém. Mus. natl. Hist. nat., N.S., **13**: 242—259; Paris.

— (1973): Étude des caractères utilisés pour classer les familles et les genres de Scorpions (Arachnides). 1. La trichobothriotaxie en Arachnologie. Sigles trichobothriaux et types de trichobothriotaxie chez les Scorpions. — Bull. Mus. natl. Hist. nat., 3, **140**: 857—958; Paris.

— (1977): Contribution à l'étude des scorpions Buthidae du Nouveau Monde. I. Complément à la connaissance de *Microtityus rickyi* KJ.-W. 1956 de l'île de la Trinité. II. Description d'une nouvelle espèce et d'un nouveau genre mexicains: *Darchenia bernadettae*. III. Clé de détermination des genres de Buthidae du Nouveau Monde. — Acta Biol. Venez., **9**: 283—302; Caracas.

Anschrift des Verfassers:

WOLFGANG SCHAWALLER, Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart, Abteilung für stammesgeschichtliche Forschung, Arsenalplatz 3, D-7140 Ludwigsburg.

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde
Serie B (Geologie und Paläontologie)

Herausgeber:
Staatliches Museum für Naturkunde, Schloss Rosenstein, 7000 Stuttgart 1

| Stuttgarter Beitr. Naturk. | Ser. B | Nr. 46 | 11 S. | Stuttgart, 15. 12. 1979 |

Platypleuroceras nodosum (FUTTERER) (Ammonoidea) aus dem Unter-Pliensbachium SW-Deutschlands

Platypleuroceras nodosum (FUTTERER) (Ammonoidea) from the Lower Pliensbachian of SW-Germany

SONIAN
1981
RARIES

Von Rudolf Schlatter, Schaffhausen

Mit 1 Tafel und 4 Abbildungen

Summary

From the boundary region *brevispina* / *jamesoni* Subzone of SW Germany the little known species *Platypleuroceras nodosum* (FUTTERER) is described in more detail. A neotype is designated.

Zusammenfassung

Aus dem Unter-Pliensbachium (Grenzbereich *brevispina*-/*jamesoni*-Subzone) SW-Deutschlands wird die wenig bekannte Art *Platypleuroceras nodosum* (FUTTERER) eingehend dargestellt. Ein Neotypus wird festgelegt.

1. Einleitung

Unter der Bezeichnung *Ammonites capricornus* und *Ammonites lataecosta* beschreibt QUENSTEDT (1885: 267 f., Taf. 34, Fig. 1—3) mehrere Funde aus dem Schwarzen Jura γ, welche er zu den „Capricorner $\gamma\,\delta$“ stellt (was der Gattung *Androgynoceras* HYATT [1867: 83] entspricht). FUTTERER (1893: 323 f., Taf. 11, Fig. 1, 2) unterscheidet später von der ersteren Art die Varietät *nodosa* unter Bezugnahme auf die Ausführungen in QUENSTEDT (1885: Taf. 35, Fig. 4—12).

Untersuchungen im Unter-Pliensbachium des Typusgebiets (Pliensbach, Holzmaden u. Nürtingen; vgl. SCHLATTER 1978, Mskr. im Druck) und Studien an zusätzlichem Sammlungsmaterial haben ergeben, daß diese von QUENSTEDT und FUTTERER beschriebenen Funde der Gattung *Platypleuroceras* und von dieser derselben Art angehören. In meiner oben zitierten Dissertation habe ich diese Formen mangels Vergleichsmaterials noch als *Platypleuroceras* sp. nov. (?) beschrieben.

Dank

Für Hinweise und Unterstützung sowie für wertvolle Diskussionsbeiträge während des Jurassic Field Meeting 1977 in Stuttgart bin ich den folgenden Herren zu Dank verpflichtet: Prof. Dr. B. Géczy, Budapest; Dr. K. Hoffmann, Langenhagen/Hannover; Prof. Dr. R. Mouterde, Lyon; Dr. M. Rakús, Bratislava; Prof. Dr. H. Tintant, Dijon; Dr. F. Wiedenmayer, Basel.

Wichtiges Fundmaterial und Belegstücke zu Vergleichszwecken stellten die nachstehenden Museen und Institute zur Verfügung: Naturhistorisches Museum, Basel (Dr. F. Wiedenmayer), Engel-Museum, Göppingen (Dr. D. Kauß), Bayerische Staatssammlung für Paläontologie u. Historische Geologie, München (Dr. G. Schairer), Staatl. Museum f. Naturkunde, Stuttgart (Dr. G. Dietl), sowie das Institut für Geologie und Paläontologie der Universität, Tübingen (Prof. Dr. J. Wendt). Den genannten Herren sei an dieser Stelle gedankt. Nicht zuletzt gilt mein Dank Herrn Dr. G. Bloos und Herrn Dr. H. Wermuth, beide Ludwigsburg, für die gründliche Durchsicht des Manuskripts.

2. Historisches

Mit der hier näher beschriebenen Art identisch sind wahrscheinlich die von Oppel (1853: 35) erwähnten „verkiesten Exemplare von Pliensbach . . .“ aus dem mittleren Schwarzen Jura γ, welche er als *Ammonites maculatus* Phill. bestimmte. In seiner späteren Arbeit nimmt Oppel (1856: 276 f.) auf diese stratigraphisch tief vorkommenden Funde keinen Bezug mehr. Dagegen erwähnt Quenstedt (1856: 121) kurze Zeit darauf Bruchstücke von verkiesten Capricorniern aus dem unteren Bereich des Schwarzen Jura γ. Da Quenstedt keine vollständigen Exemplare vorgelegen haben, geht er darauf nicht näher ein. Später unterscheidet Quenstedt (1885: 267 f.) innerhalb der Capricornier zwischen verkiesten Formen, die noch dem „ächten Lias γ“ angehören, und in Kalkerhaltung vorliegenden Funden aus den Zwischenkalken γ/δ (Quenstedt 1856: 116). Unter dem Namen *Ammonites capricornus* und *Ammonites lataecosta* bildet er Beispiele für die ersteren auf Taf. 34, Fig. 1—3 ab, und ein in Kalkerhaltung vorliegender Fund aus dem Wutachgebiet (Südbaden) ist auf der gleichen Tafel als Fig. 13 zu finden. Diese nicht gerechtfertigte Zusammenfassung ist damit zu erklären, daß vollkörperlich erhaltene Funde der Gattung *Androgynoceras* aus der Beckenfazies Mittelwürttembergs (insbes. Raum Kirchheim/T. — Nürtingen) selten sind; Verdrückung ist die Regel (Schlatter 1977: 16). Formen der Gattung *Platypleuroceras,* die sich mit Quenstedt (1885: Taf. 34, Fig. 1—3) vergleichen lassen, sind mir bis jetzt nur aus der Beckenfazies bekannt, nicht jedoch aus der Randfazies (Raum Aalen, Ostalb und Wutachgebiet, Südbaden; s. Schweizer 1968: Tab. 21). Hätten Quenstedt aus jeweils dem gleichen Faziesbereich körperlich erhaltene Funde dieser beiden Formgruppen zum direkten Vergleich vorgelegen, so hätte er diese sicherlich unterschieden.

Gemäß der von Quenstedt vorgeschlagenen systematischen Zuordnung werden durch spätere Bearbeiter Funde — entsprechend Quenstedt 1885, Taf. 34, Fig. 1—3, mit *Androgynoceras capricornus* (Schlotheim) in Verbindung gebracht (s. Parona 1897; 9 f., Taf. 10, Fig. 2; Trauth 1908: 468; Brun & Brousse 1936: 36, Taf. 3, Fig. 5; generische Zuordnung zu *Androgynoceras*: Hoffmann 1973: 11). Mit Recht stellen Spath (1938: 135, 153 f.) und Géczy (1976: 111) die von Quenstedt (1885: Taf. 34, Fig. 1—3) abgebildeten Funde außerhalb der Synonymie von *Androgynoceras capricornus* (Schloth.), bzw. *A. lataecosta* (Sow.). In einem Vorbericht über die biostratigraphischen Verhältnisse im Unter-Pliensbachium an der Typuslokalität hat der Verfasser die obigen Quenstedt’schen Formen unter das Genus *Uptonia* gestellt (Schlatter 1977: 12). Neufunde und zusätzliches Vergleichsmaterial zeigten bessere Übereinstimmungen mit den gattungsspezifischen Merkmalen von *Platypleuroceras* Hyatt (1867: 92) (s. Schlatter 1978, Mskr. im Druck).

3. Paläontologie

3.1. Beschreibung

Abkürzungen:

Dm = Durchmesser
Nw = Nabelweite
Wh = Windungshöhe
Wb = Windungsbreite
R/2 = Zahl der Flankenrippen pro halben Umgang von außen nach innen fortlaufend gezählt.
NT = Neotypus

Sämtliche Maßangaben sind in Millimetern angegeben. Der Klammerausdruck nach der Nw bedeutet deren prozentualen Anteil am Durchmesser (Dm = 100%).

NMBA	Naturhistorisches Museum, Basel.
EMGÖ	Magazinbestand Sammlung Dr. Engel des Städt. Naturkundl. Museums, Göppingen.
BSM	Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie, München.
SMNS	Staatliches Museum f. Naturkunde, Stuttgart.
GPIT	Institut u. Museum für Geologie u. Paläontologie der Universität, Tübingen.

Familie Polymorphitidae Haug 1887
Unterfamilie Polymorphitinae Haug 1887
Genus *Platypleuroceras* Hyatt (1867: 92)
Typusart *Ammonites brevispina* Sowerby 1827 (desig. Arkell 1957: L 248).

Platypleuroceras nodosum (Futterer)

Taf. 1, Fig. 1—5; Abb. 1—4

? 1853 *Ammonites maculatus* Phill. — A. Oppel, S. 35 (pars).
? 1856 Capricornier (verkiest). — F. A. Quenstedt, S. 121.
v 1885 *Ammonites capricornus* Schlotheim. — F. A. Quenstedt, S. 267 f., Taf. 34, Fig. 1.
v *Ammonites lataecosta* Sow. — F. A. Quenstedt, S. 267 f., Taf. 34, Fig. 2, 3.
* 1893 *Aegoceras capricornu,* Schlotheim var. *nodosa* K. Futterer, S. 323 f., Taf. 11, Fig. 1 a, b, 2.
? 1897 *Aegoceras* f. n. [cfr. *Aeg. (Microceras) capricornu* (Schloth.)]. — C. F. Parona, S. 9 f., Taf. 10, Fig. 2
v non 1908 *Aegoceras* (*Microceras*) *capricornu* Schloth. — F. Trauth, S. 468.
non 1936 *Aegoceras capricornu* Schlotheim. — P. Brun & M. Brousse, S. 36, Taf. 3, Fig. 5.
v 1977 *Uptonia* sp. — R. Schlatter, S. 12.
v 1978 *Platypleuroceras* sp. nov. (?). — R. Schlatter, S. 186 f., Taf. 11, Fig. 3 a, b, Beil. 6, Fig. g, h u. Beil. 19, Fig. b (Mskr. im Druck).

Neotypus: Original zu BSM Inv. Nr. 1949 X 141, abgebildet auf Taf. 1, Fig. 2 a, b u. Abb. 1 b, 4 c (vgl. Bemerkungen).

Locus typicus: Nürtingen, ehemalige Zementgrube im Enzenhart (Baden-Württemberg).

Stratum typicum: Unter-Pliensbachium, *jamesoni*-Zone (Übergangsbereich *brevispina*- / *jamesoni*-Subzone.

Sammlung: Der NT stammt aus der Sammlung von C. F. Allmendinger (1882—1963). Teile dieser Kollektion gingen 1950 durch Kauf an die Bayerische Staatssammlung f. Paläontologie und Hist. Geologie, München, über.

Diagnose: Mittelgroße, evolute Art mit gerundetem Querschnitt und kräftigen, scharfen Einfachrippen, welche auf der Externseite einen schwach oraden Bogen bilden. Die Rippendichte bleibt konstant. Auf den Innenwindungen treten zuweilen zwei Knotenreihen auf, wovon die marginal gelegene stärker ausgebildet ist. Die Lobenlinie ist mäßig ziseliert (gespaltener U_1).

Beschreibung: Beim NT (BSM 1949 X 141) handelt es sich um einen in Schwefelkies erhaltenen Phragmokon von 64 mm Dm. Auf dem letzten Abschnitt des Steinkerns ist der Beginn der Wohnkammer zu erkennen. Eine Lobendrängung ist nicht festzustellen. Bis zu einem Dm von 21 mm sind die innersten Windungen nicht erhalten.

Unter Einbezug von zusätzlichen Exemplaren läßt sich die neue Art wie folgt beschreiben:

Windungsquerschnitt (Abb. 1 a—c, 2): Der Windungsquerschnitt ist gerundet, und der Verhältniswert Wh/Wb verändert sich im Laufe der Ontogenie kaum. Er schwankt zwischen 0,9 und 1,1 (Abb. 2). Eine gesetzmäßige Veränderung dieser Werte während des Wachstums kann beim untersuchten Material nicht beobachtet werden. Der Nabelabfall ist gerundet.

Nabelweite: Die Änderung der relativen Nabelweite (Nw in % des Dm) im Verlaufe der Ontogenie ist gering. Bis zu einem Dm von ca. 50 mm beträgt der Wert 57 ± 2%, bei größerem Dm (bis ca. 80 mm) liegt er bei 59 ± 1%.

Maßtabelle der auf Taf. 1 abgebildeten Exemplare:

Fundort	Fundschicht	Sammlung	Dm	Nw	(%)	Wh	Wb	R/2
Nürtingen	*brevispina-/*	SMNS Inv.	31,6	17,7	(56)	7,6	6,9	—
	jamesoni-	Nr. 23389	23,4	12,9	(55)	5,9	6,1	11 (—)
	Subzone*)	Taf. 1, Fig. 1 a, b						
Nürtingen	Unter-Pliensbachium	BSM 1949 X 141	64,0	36,5	(57)	16,0	15,4	17 (32—48—)
		Neotypus	52,0	29,6	(57)	12,5	11,9	15 (31—46—)
		Taf. 1, Fig. 2 a, b						
Hinterweiler	Unter-Pliensbachium	GPIT	74,0	44,4	(60)	16,3	17,0	15 (30—)
		Ce 5/34/1						
		Taf. 1, Fig. 3 a, b						
Nürtingen	*brevispina-/*	SMNS Inv.	75,6	43,1	(57)	18,1	16,6	17 (32—)
	jamesoni-	Nr. 23391	64,5	38,1	(59)	14,8	13,5	16 (—)
	Subzone*)	Taf. 1, Fig. 4 a, b						
Nürtingen	*brevispina-/*	SMNS Inv.	56,8	33,5	(59)	13,1	12,5	15 (31—)
	jamesoni-	Nr. 23390	49,2	28,5	(58)	11,8	10,8	15 (—)
	Subzone*)	Taf. 1, Fig. 5						

*) Horizontiert entnommene Funde (s. SCHLATTER 1978: 187; Mskr. im Druck).

Berippung (Abb. 3): Die schmalen und kräftigen Einfachrippen verlaufen schwach nach der Mündung hin vorgeneigt über die Flanken und bilden über dem Venter einen leicht oraden Bogen. Auf drei mir vorliegenden Innenwindungen (SMNS Inv. Nr. 23389—90 u. 23970) tragen die Rippen ab einem Dm von 12 mm marginale sowie wesentlich schwächere umbilikale Knötchen (Taf. 1, Fig. 1 a). Die innersten Windungen sind nicht erhalten. Ab dieser Größe verlaufen die Rippen sehr schwach über die Externseite. Mit zunehmendem Dm werden die Rippen stärker, ab einem Dm von ca. 50 mm sind sie im Ventralbereich am kräftigsten ausgebildet. Diese Skulpturveränderungen sind auf dem NT besonders gut zu beobachten (s. Taf. 1, Fig. 2 a, b). Bei größerem Dm ver-

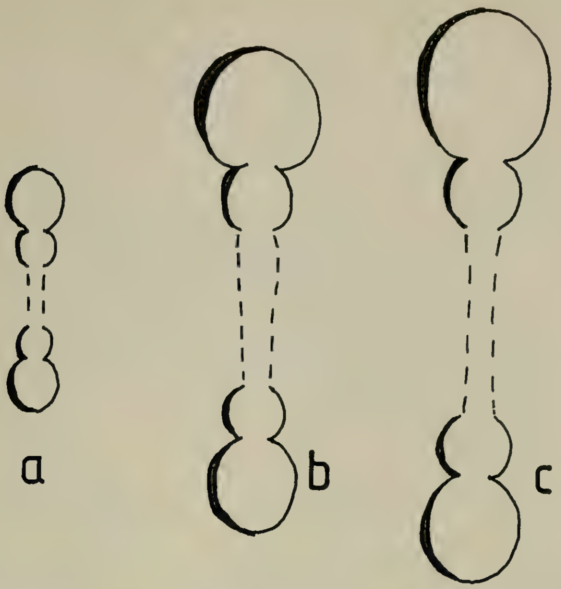


Abb. 1. Windungsquerschnitte von *Platypleuroceras nodosum* (FUTTERER) (nat. Größe).
a. Dm = 32 mm; SMNS Inv. Nr. 23389 (s. S. 4 u. Taf. 1, Fig. 1 a, b).
b. Dm = 64 mm; BSM 1949 X 141 (NT, s. S. 4 u. Taf. 1, Fig. 2 a, b).
c. Dm = 75 mm; SMNS Inv. Nr. 23391 (s. S. 4 u. Taf. 1, Fig. 4 a, b).
Die Querschnitte b und c sind auch bei SCHLATTER (1978: Beil. 6, Fig. g, h) dargestellt.

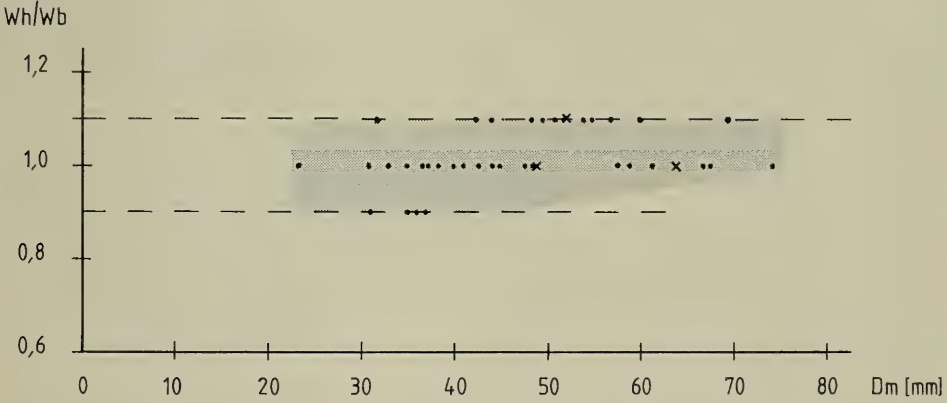


Abb. 2. Ontogenetisches Verhalten des Windungsquerschnittes (Wh/Wb) von *Platypleuroceras nodosum* (FUTTERER). × = Neotypus (BSM 1949 X 141), ■ = Vergleichsmaterial; Zahl der vermessenen Exemplare = 22.

schwinden die umbilikalen Knötchen. Die marginal gelegenen (ovale Knotenansatzstellen sichtbar) dagegen sind auf den mir vorliegenden Exemplaren in unterschiedlicher Stärke ausgebildet. Bei einem Fundstück aus der Sammlung ENGEL (EMGÖ) sind auf den Knotenansatzflächen Konellen zu beobachten. Hinsichtlich der Beknotung bilden die zwei Funde SMNS Inv. Nr. 23391 (Taf. 1,

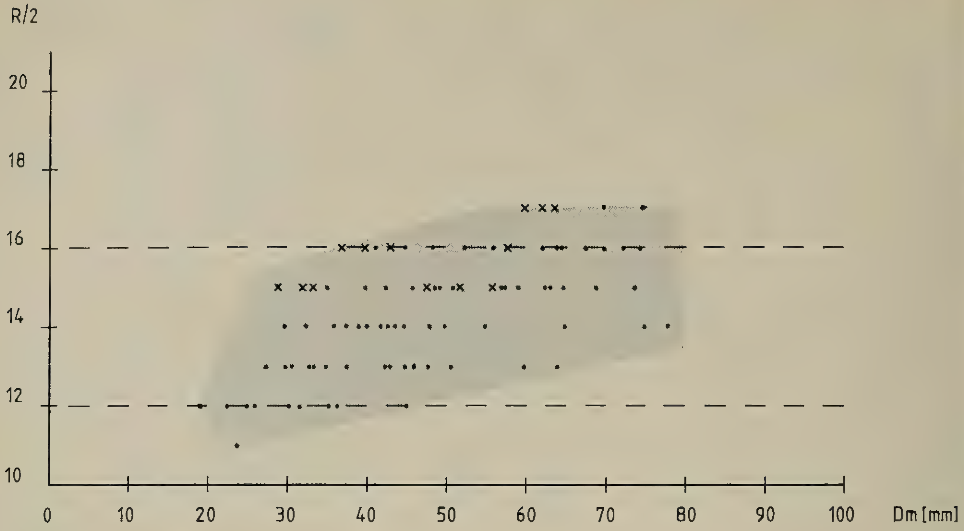


Abb. 3. Variationsbreite und ontogenetische Entwicklung der Rippenzahl (R/2) bei *Platypleuroceras nodosum* (Futterer). × = Neotypus (BSM 1949 X 141), ■ = Vergleichsmaterial; Zahl der vermessenen Exemplare = 27.

Fig. 4a, b; schwach entwickelte Marginalknoten) und GPIT Ce 5/34/1 (Taf. 1, Fig. 3a, b; gut ausgebildete Knotenansatzflächen sichtbar) Gegensätze, die jedoch innerhalb des vorliegenden Vergleichsmaterials durch alle Übergänge verbunden sind (s. Differentialdiagnose unten). Die Rippendichte bleibt im Verlaufe des Wachstums mehr oder weniger konstant (ca. 14 ± 2 Rippen pro halben Umgang). Auf den Außenwindungen treten zuweilen Unregelmäßigkeiten in der Skulptur auf (Beispiele: FMNS Inv. Nr. 23971 und 23391, Taf. 1, Fig. 4a, b — abnorme Rippenbildung infolge Verletzung).

Lobenlinie (Abb. 4a—d): Mangels Materials kann die Lobenontogenie der Art nicht dargestellt werden. Das Studium von Einzellobenlinien stimmt mit den von Schindewolf (1960: 528) gemachten Feststellungen über das Genus *Platypleuroceras* überein. Auffallendes und zugleich für diese Gattung charakteristisches Merkmal ist der dominante trifide Laterallobus, der einen stark ausgebildeten ventralen Ast aufweist. Ein gespaltener U_1 läßt sich u. a. auf dem Exemplar SMNS Inv. Nr. 23966 (Abb. 4a) gut zeigen. Hinsichtlich der Ziselierung der Lobenlinie besteht eine gewisse Variationsbreite.

Differentialdiagnose: Die Stärke der Knoten (Knotenansatzflächen) auf den Alterswindungen bildet beim Studium von zahlreicheren Exemplaren kein genügendes Kriterium zur Unterscheidung von Unterarten. *Platypleuroceras rotundum* (Quenstedt 1845: 85, Taf. 4, Fig. 17a—c) besitzt auf den Innenwindungen zwei Knotenreihen gleicher Stärke. Die Rippen sind auffallend breiter und extern nie so stark ausgebildet. Zudem stehen bei dieser Art die Rippen auf den Innenwindungen dichter. Die Lobenlinie ist wesentlich stärker ziseliert. „*Deroceras*" (*Alloderoceras* Wiedenmayer 1978, Mskr.) *mutans* Fucini (1903: 167 f., Taf. 25, Fig. 1—3) besitzt einen schmaleren Querschnitt. Die Rippendichte ist nicht konstant. Auf den inneren Windungen stehen die

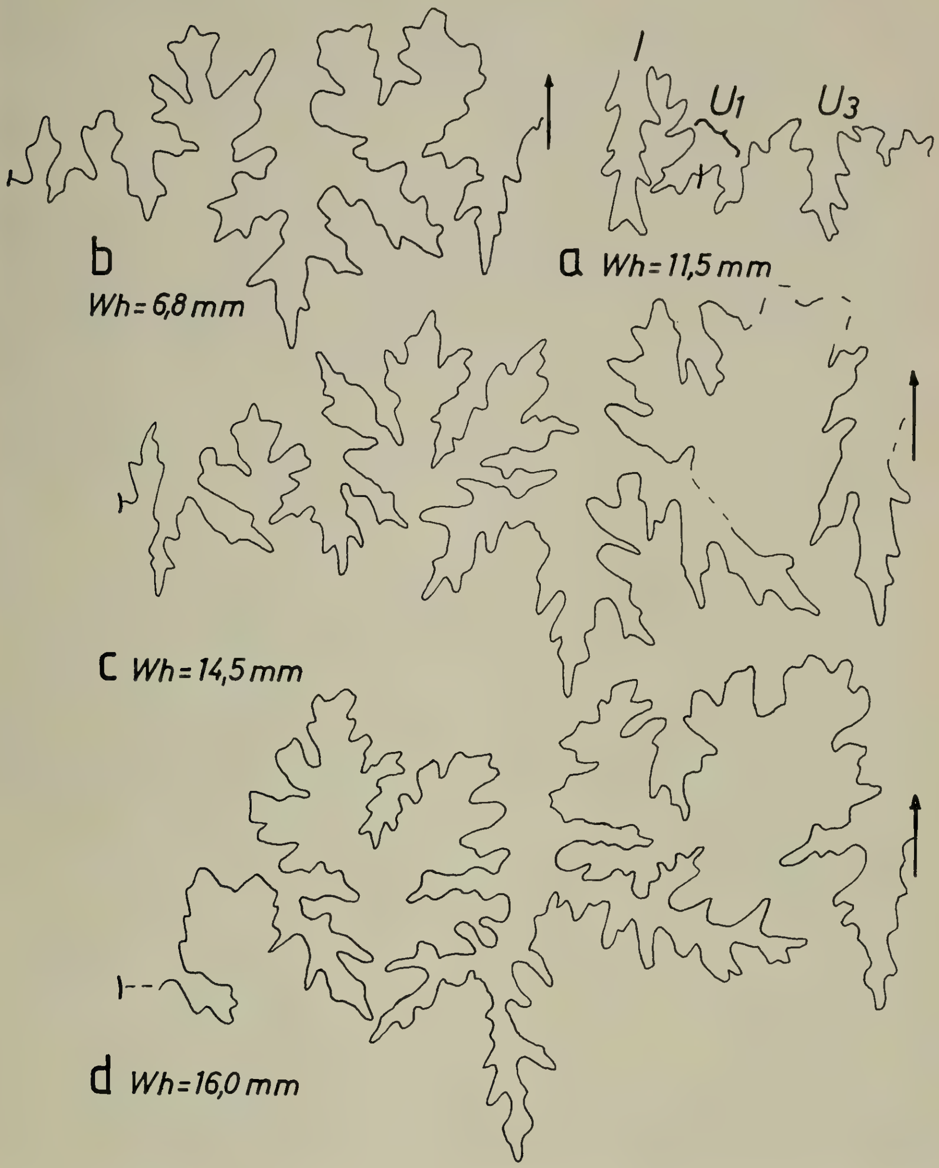


Abb. 4. Lobenlinien von *Platypleuroceras nodosum* (FUTTERER). Bedingt durch die starke Berippung ist eine gewisse Verzerrung bei der Durchzeichnung unvermeidlich. Der Laterallobus von c verläuft über eine Rippe, während der L von d mehr zwischen zwei Rippen liegt.
a. SMNS Inv. Nr. 23966.
b. SMNS Inv. Nr. 23389 (s. S. 6 u. Taf. 1, Fig. 1 a, b).
c. BSM 1949 X 141 (NT, s. S. 6 u. Taf. 1, Fig. 2 a, b).
d. SMNS Inv. Nr. 23391 (s. S. 6 u. Taf. 1, Fig. 4 a, b).
Die Lobenzeichnung d ist auch bei SCHLATTER (1978: Beil. 19 b) zu finden.

Rippen dicht, während sie auf den Alterswindungen weit stehen. Die Lobenlinie ist stärker ziseliert (op. cit.: 167 f., Fig. 94). Gleiche Unterscheidungskriterien gelten für „*Deroceras*“ *permotum* FUCINI (1903: 170 f., Taf. 26, Fig. 1a—d) und „*Deroceras*“ *instabile* FUCINI (1903: 166 f., Taf. 27, Fig. 1a, b). Bei der erstgenannten Form sind die Rippen über dem Venter wesentlich schwächer ausgebildet.

Bemerkungen: Der von PARONA (1897: 9 f., Taf. 10, Fig. 2) aus Costalunga (Brescia) unter dem Namen *Aegoceras* f. n. [cfr. *Aeg. (Microceras) capricornus* (SCHLOTH.)] beschriebene Fund hat mit der hier beschriebenen Art große Ähnlichkeit. Leider wurde die Sammlung BETTONI, aus der das obige Stück stammte, im letzten Krieg zerstört (freundl. Mitt. von Dr. F. WIEDENMAYER, Basel).

Die von TRAUTH (1908: 467 f.) beschriebenen 20 Exemplare (NMBA Inv. Nr. J 15645 / 1—3, J 1546 / 1—12, J 15647 / 1—5) von *Aegoceras (Microceras) capricornu* SCHLOTH. sp. gehören der Gattung *Androgynoceras* an und sind nicht, wie TRAUTH in der Synonymieliste aufführt (op. cit.: 468), mit der Form von QUENSTEDT (1885: Taf. 34, Fig. 1) identisch. Das gleiche gilt für den von BRUN & BROUSSE (1936: 36, Taf. 3, Fig. 5) als *Androgynoceras capricornu* SCHLOTH. bezeichneten Fund.

Das Typusexemplar zu *Aegoceras capricornus* SCHLOTHEIM var. *nodosa* FUTTERER, S. 323 f., Taf. 11, Fig. 1, 2 ist nicht mehr auffindbar. Das Original und zusätzliches Typenmaterial befand sich mit großer Sicherheit in der ehemals „Badischen Sammlung“ der Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe. Durch die Kriegseinwirkungen 1942 wurde diese Sammlung zerstört (teste Dr. E. Jörg, Herr G. Mayer, Karlsruhe). Um diese Aussage weiter abzusichern, hat der Verfasser die nachstehenden Museen und Institute angefragt: Geologisches Institut, Karlsruhe (Prof. Dr. E. Sittig); Geologisch-Paläontologisches Institut, Freiburg i. Br. (Prof. Dr. S. Kuss); Geologisch-Paläontologisches Institut, Heidelberg (Dr. R. Kraatz); Niedersächsisches Landesamt f. Bodenforschung, Hannover (Dr. K. Hoffmann u. Dr. R. Jordan); Roemer-Pelizaeus Museum, Hildesheim (Dr. W. Konrad) und Geologisches Institut, Universität Louis Pasteur, Strasbourg (Dr. M. Wolf). Die Nachforschungen blieben jedoch ohne Erfolg. Den genannten Personen sei an dieser Stelle gedankt.

Der hier festgelegte NT zeigt mit der Typusabbildung (FUTTERER 1893, Taf. 11, Fig. 1, 2) sehr gute Übereinstimmung (vgl. Taf. 1, Fig. 2 u. Abb. 1 b, 2).

	Dm	Nw	(%)	Wh	Wb	R/2
FUTTERER 1893 Taf. 11, Fig. 1, 2	64	37	(57)	16	—	15 (30—)
desig. NT (BSM 1949 X 141) Taf. 1, Fig. 2 a, b.	64,0	36,5	(57)	16,0	15,4	17 (32—)

Die geringe Abweichung in der Zahl der Rippen ist sicherlich zu vernachlässigen (vgl. Abb. 3). Hinsichtlich der Stärke der Beknotung nimmt der NT eine Mittelstellung ein (vgl. S. 6 Beknotung, und FUTTERER 1893: 324 oben). Die Lobenlinie des NT (Abb. 4 c) läßt sich mit der von FUTTERER (1893: Taf. 11, Fig. 2) abgebildeten gut vergleichen.

Die Festlegung eines NT erfolgt hauptsächlich aus den nachstehenden Gründen:

1. — Die von FUTTERER (1893) beschriebene Form hat in der späteren Literatur zu fehlerhaften Interpretationen oder Unsicherheiten geführt (IRZN Art. 75 a u. S. 2 der vorliegenden Arbeit).

2. — Das Typusmaterial zu den dieser Art nahestehenden Formen ist nicht mehr vorhanden [IRZN Art. 75 a (i)].

3. — Die letzten Arbeiten über die Biostratigraphie des Carixium haben besonders gezeigt, daß die Studie von FUTTERER (1893) Arten enthält, welche für biostratigraphische Vergleiche wichtig sind (vgl. SCHLATTER 1978 u. WIEDENMAYER 1977, 1978).

Vorkommen: Die vom Verfasser horizontiert entnommenen Exemplare stammen sämtliche aus dem Übergangsbereich *brevispina-/jamesoni*-Subzone der Profile Pliensbach und Nürtingen (Baden-Württemberg). Detailliertere Angaben über das stratigraphische Vorkommen dieser neuen Art, insbesondere die Vergesellschaftung mit anderen Ammonoideen, sind der Arbeit SCHLATTER (1978, Mskr. im Druck) zu entnehmen. Die von FUTTERER (1893: 289, 324) beschriebenen Funde (inkl. Typus auf Taf. 11, Fig. 1) stammen aus den Jamesonikalken von Östringen (Langenbrückener Senke). Im Vergleich zum NT und dem hier zusätzlich beschriebenen Belegmaterial besteht damit eine Übereinstimmung.

Material: 37 Exemplare (inkl. Bruchstücke). Neben 15 horizontiert entnommenen Exemplaren der Profile Pliensbach und Nürtingen lagen mir Fundstücke aus Hinterweiler, Kirchheim/T., Nürtingen und Sondelfingen vor. Funde außerhalb von Baden-Württemberg sind mir keine bekannt geworden.

4. Literatur

ARKELL, W. J. (1957): *In:* W. J. ARKELL, B. KUMMEL & C. W. WRIGHT: Mesozoic Ammonoidea. — *In:* R. C. MOORE [Hrsg.]: Treatise on Invertebrate Paleontology, L, S. L 80 — L 490, Abb. 124—558; Lawrence/Kansas.

BRUN, P. & BROUSSE, M. (1936): Le Lias de Valz près Alès (Gard). — Trav. Lab. Géol. Fac. Sci., **32/27**, 1—68, 6 Taf., 9 Abb.; Lyon.

DEAN, W. T., DONOVAN, D. T. & HOWARTH, M. K. (1961): The liassic ammonite zones and subzones of the north-west European province. — Bull. Brit. Mus. (Natural History), Geol., 4/10, 435—505, Taf. 63—75; London.

FUCINI, A. (1903): Cefalopodi liassici del Monte di Cetona. — Palaeontographia Italica, **9**, 125—186, Taf. 19—27; Pisa.

FUTTERER, K. (1893): Die Ammoniten des mittleren Lias von Östringen. — Mitt. großherzogl. Bad. geol. Landesanst., **2**, 277—343, Taf. 8—13; Heidelberg.

GÉCZY, B. (1976): Les Ammonitines du Carixien de la Montagne du Bakony. 233 S., 39 Taf., 138 Abb.; Budapest (Akadémiai Kiado).

HOFFMANN, K. (1973): *In*: Deutsche Subkommission für Jura-Stratigraphie [Hrsg.]: F. A. Quenstedt, Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. Revision der Gattungsnamen. S. 7—12, Taf. 17—39; Stuttgart (Schweizerbart).

HYATT, A. (1867): The Fossil Cephalopods of the Museum of Comparative Zoology.-Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard, **3**, 71—102; Cambridge/Mass.

OPPEL, A. (1853): Der mittlere Lias Schwabens. 94 S., 4 Taf., 2 Profile; Stuttgart (Ebner & Seubert). — [Außerdem *in*: Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 10 (1854), 39—136, 4 Taf., 2 Profile; Stuttgart 1856].

— (1856—1858): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands, nach ihren einzelnen Gliedern eingetheilt und verglichen. — Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., **12** (1856), 121—556; **13** (1857), 141—396; **14** (1858), 129—291; 64 Tab., 1 Kt.; Stuttgart.

PARONA, C. F. (1897): Contribuzione alla conoscenza delle ammoniti liasiche di Lombardia. II. Di alcune ammoniti del Lias medio. — Abh. schweiz. paläont. Ges., **24**, 1—19, Taf. 9—11; Basel.

QUENSTEDT, F. A. (1845—1849): Petrefactenkunde Deutschlands. I. Cephalododen (Text + Atlas). IV + 580 S., 36 Taf.; Tübingen (Fues).

— (1856—1857): Der Jura. VI + 842 S., 42 Abb., 100 Taf., 3 Übersichtstafeln; Tübingen (Laupp).

— (1882—1885): Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. 1. Der Schwarze Jura (Text + Atlas). 440 S., Taf. 1—54; Stuttgart (Schweizerbart).

SCHINDEWOLF, O. H. (1962): Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. Lief. 2 (Ammonitina: Psilocerataceae, Eoderocerataceae). — Akad. Wiss. Lit. Mainz, math.-naturwiss. Kl., Abh., **8**, 425—571, 91 Abb., Taf. 3; Mainz.

SCHLATTER, R. (1977): The biostratigraphy of the Lower Pliensbachian at the Type Locality

(Pliensbach, Württemberg, SW-Germany). — Stuttgarter Beitr. Naturk., B, **27**, 29 S., 4 Taf., 5 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

— (1978): Biostratigraphie und Ammonitenfauna des Unter-Pliensbachium im Typusgebiet (Pliensbach, Holzmaden u. Nürtingen; Württemberg, SW-Deutschland). 281 S., 23 Taf., 15 Abb., 2 Tab., 25 Beil.; Diss. Univ. Stuttgart. — [Mskr. im Druck: Stuttgarter Beitr. Naturk., B, 50; Stuttgart].

Schweizer, V. B. (1968): Ökologische, geochemische und sedimentologische Untersuchungen im Lias γ (Carixium) Schwabens. — Arb. geol. -paläont. Inst. TH Stuttgart, N. F. **55**, 140 S., 21 Taf., 23 Abb.; Stuttgart.

Spath (1938): A Catalogue of the Ammonites of the Liassic Family Liparoceratidae in the British Museum (Natural History). IX + 191 S., 26 Taf., 17 Abb., 1 Tab.; London (Brit. Mus. nat. Hist.).

Trauth, F. (1908): Über den Lias der exotischen Klippen am Vierwaldstätter See. — Mitt. geol. Ges., **1**, 413—483, Taf. 15, 1 Abb., 1 Tab.; Wien.

Wiedenmayer, F. (1977): Die Ammoniten des Besazio-Kalks (Pliensbachian, Südtessin). — Schweiz. paläont. Abh., **98**, 105 S., 19 Taf., 19 Abb., 2 Tab.; Basel.

— (1978): Die Ammoniten des Pliensbachian und unteren Toarcian im M. Generoso-Becken (Lombardische Alpen). — [Mskr. im Druck, nur Zusammenfassung eingesehen: Denkschr. schweiz. naturforsch. Ges.]

Anschrift des Verfassers:

Dr. R. Schlatter, Museum zu Allerheiligen, CH-8200 Schaffhausen, Schweiz.

Tafel 1

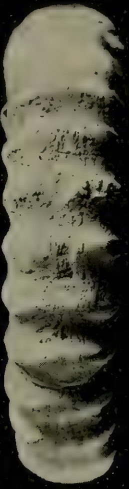
Fig. 1. *Platypleuroceras nodosum* (Futterer). Schwarzer Jura γ, *jamesoni*-Zone, Übergangsbereich *brevispina-/jamesoni*-Subzone; Nürtingen (Enzenhart).
a. Lateral-, b. Externansicht.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, Inv. Nr. 23389. — x 1.

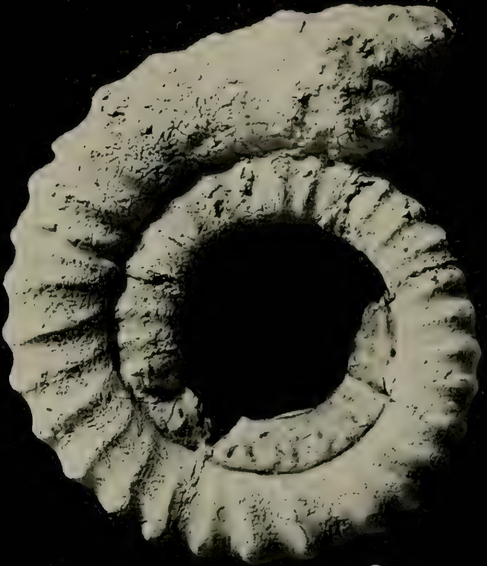
Fig. 2. *Platypleuroceras nodosum* (Futterer) (NT). Schwarzer Jura γ, *jamesoni*-Zone; Nürtingen (Enzenhart). Coll. Allmendinger 1950.
a. Lateral-, b. Externansicht.
Bayerische Staatssammlung f. Paläontologie u. Hist. Geologie, München, Inv. Nr. 1949 X 141. — x 1. — [s. auch Schlatter 1978, Taf. 11, Fig. 3 a, b]

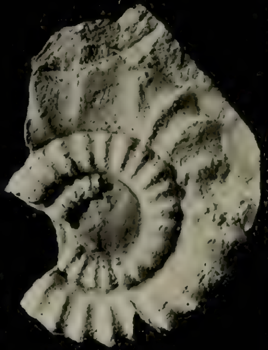
Fig. 3. *Platypleuroceras nodosum* (Futterer). Original Quenstedt 1885, Taf. 34, Fig. 1. Schwarzer Jura γ; Hinterweiler.
a. Lateral-, b. Externansicht.
Institut u. Museum f. Geologie u. Paläontologie der Universität Tübingen, Inv. Nr. Ce 5/34/1. — x 1.

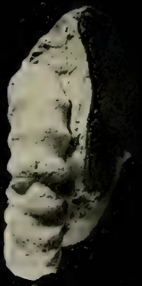
Fig. 4. *Platypleuroceras nodosum* (Futterer). Schwarzer Jura γ, *jamesoni*-Zone, Übergangsbereich *brevispina-/jamesoni*-Subzone; Nürtingen (Enzenhart).
a. Lateralansicht — x 2/3, b. Externansicht — x 3/4.
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, Inv. Nr. 23391.

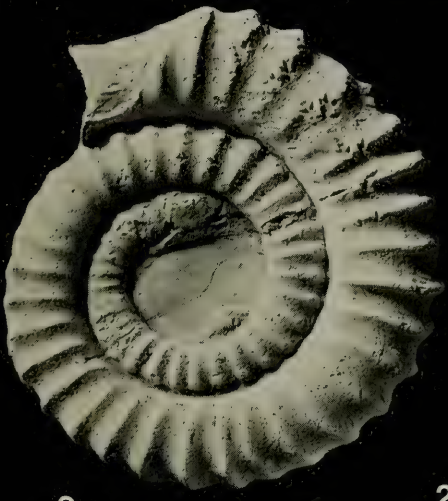
Fig. 5. *Platypleuroceras nodosum* (Futterer). Schwarzer Jura γ, *jamesoni*-Zone, Übergangsbereich *brevispina-/jamesoni-Subzone;* Nürtingen (Enzenhart).
Staatl. Mus. f. Naturk. Stuttgart, Inv. Nr. 23390. — x 3/4.

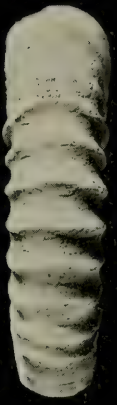

3b


3a

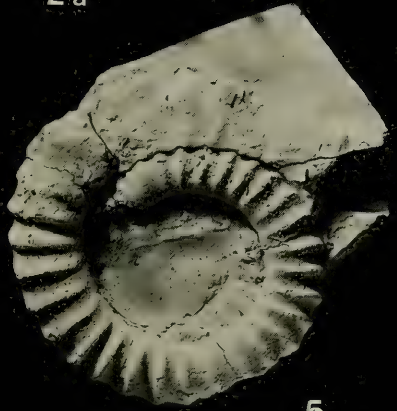

1a

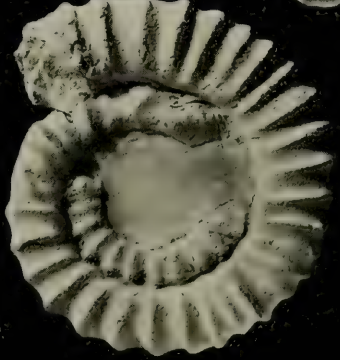

1b


2a


2b

4b


5


4a

Gesamtherstellung: Verlagsdruckerei Ph. C. W. Schmidt, 8530 Neustadt a. d. Aisch

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde
Serie B (Geologie und Paläontologie)

Herausgeber:
Staatliches Museum für Naturkunde, Schloss Rosenstein, 7000 Stuttgart 1

Stuttgarter Beitr. Naturk.	Ser. B	Nr. 47	15 S.	Stuttgart, 1. 12. 1979

Erster Nachweis der Gattung *Canarium* STICKMAN 1759 (Burseraceae) im europäischen Alttertiär

First record of the genus *Canarium* STICKMAN 1759 (Burseraceae) in the European Paleogene

SMITHSONIAN
SEP 3 1981
LIBRARIES

Von Hans-Joachim Gregor und Kurt Goth, München

Mit 2 Tafeln und 4 Abbildungen

Summary

A piece of pelosiderite in the collection of the Staatliches Museum für Naturkunde in Stuttgart yielded some endocarps of a fossil *Canarium* species. The specimens were found at Počerna near Karlovy Vary (CSSR) and are described here as a new species, *Canarium chandleri.* It is a true tropical element in the Paleogene (Upper Eocene or Oligocene) of Europe and is accompanied by various other, yet unknown *Carpolithus*-types and giant *Celtis*-endocarps.

Zusammenfassung

Ein im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart aufgefundenes Handstück von Pelosiderit aus der Umgebung von Karlsbad (Karlovy Vary, CSSR) zeigt diverse Steinkerne einer fossilen Art von *Canarium* STICKMAN 1759. Die als *Canarium chandleri* n. sp. bezeichnete Form stellt den ersten Nachweis der Gattung im europäischen Paläogen dar. Die fossile Art ist als tropisches Element aus dem Eozän bis Oligozän zu betrachten. Als pflanzensoziologische Begleiter sind im selben Handstück die Gattung *Celtis* LINNÉ durch kugelige Steinkerne, außerdem noch einige unbekannte Carpolithen vertreten.

Einleitung

Bei einem Besuch der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des Staatlichen Museums für Naturkunde in Stuttgart fand sich in alten Sammlungsbeständen ein fossilreiches Handstück tuffitischen Aussehens. Es handelt sich um einen Pelosiderit mit Steinkernen großer Früchte von *Celtis* und anderen Pflanzen. Die großen Endokarpien ließen sich ohne Schwierigkeiten als Reste der Gattung *Canarium* bestimmen.

Auf dem Fundzettel fanden sich folgende Angaben: *Juglans costata,* Carlsbad/Böhmen; Basalttuff, Inv. Nr. 691; 1859 Öconom. Rath.

Dank

M. Warth und E. P. J. Heizmann, Ludwigsburg, sagen wir herzlichen Dank für die gewährte Einführung und Hilfe beim Studium der Sammlung, sowie für die Ausleihe des hier erwähnten Materials.

E. Knobloch und C. Buzek (beide vom Ustrednî Ustav Geologický, Prag) konnten sofort nähere Angaben über Fundort und weitere Fundumstände machen. Wir danken beiden herzlich für mehrere briefliche Mitteilungen, die die vorliegende Bearbeitung überaus erleichterten. C. G. G. J. van Steenis und P. W. Leenhouts vom Rijksherbarium Leiden (Niederlande) sowie H. Merxmüller von der Bayer. Botanischen Staatssammlung sagen wir herzlichen Dank für die Möglichkeit Rezentmaterial untersuchen zu können.

Fr. R. Liebreich von der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München machte freundlicherweise die naturgetreuen Abgüsse der Materialien, Frl. M. Larisch übernahm die Behandlung (Verkohlung) des Rezentmaterials zu Vergleichsstudien, F. Höck die photographischen Aufnahmen und Fr. E. Köstler das Schreiben des Manuskripts (alle vom Institut für Paläontologie und historische Geologie München).

Der fossile Nachweis

Die erste Notiz über einen möglichen (Sub-)Fossilfund der Gattung stammt von Menzel (1920: 27) der aus rezenten (?) Basalttuffen von Jonie (Kamerun) seltene Blätter vom Typ cf. *Canarium* sp. mitteilt.

Aus der Harutori Formation (Frühes Oligozän) von Kushiro (Ost-Hokkaido, Japan) nennt Tanai (1970) Blätter vom Typ *Canarium ezoanum.*

Leopold & MacGinitie (1972: 194) nennen aus dem unteren Teil der Wagon Bed Formation (Mittleres Eozän) Pollen vom *Canarium*-Typ. Tanai (1972: 239—240) der *Canarium* als „evergreen hardwood" in früholigozänen temperierten Wäldern Hokkaidos nachweist, gibt die stratigraphische Reichweite der Gattung vom Unter-Oligozän bis zum Obermiozän an.

Nach einer freundlichen brieflichen Mitteilung von T. Tanai (Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Sciences, Hokkaido, Japan) vom 13. 8. 1979 sind Drupen von *Canarium* aus der Jigokudani Formation (Obermiozän) von Hatanda (Nara City, West-Honshu) bekannt geworden, die aber von S. Kokawa noch nicht veröffentlicht wurden.

Gattung *Canarium* Stickman 1759

Canarium chandleri n. sp.

Taf. 1, Fig. 1—2, Taf. 2, Fig. 1—5

Diagnose: Synkarpe, dreifächrige Steinkerne, subovoid, knochenhart, 18—28 mm lang und 13—15 mm im Durchmesser. Klappen ca. ³/₄ der Steinkernlänge messend. Mesokarp kompakt, harzreich; Endokarp aus langen Palisadenzellen bestehend, innere Testa dünn. Eine zentrale Achse verbindet die 3 Karpelle, die selten und unvollständig in die einzelnen Pyrenen aufspalten. Pyrene triangulär im Querschnitt, mit konvexer Dorsalseite; 2 Ovarien (2 Plazenten) vorhanden, aber nur 1 Same ausgebildet. Ventral gelegener (ca. ¹/₅ der Länge von der Spitze nach unten) Funikulus mit Foramen und 2 dicht dabei liegenden Plazentationszentren (ventral im Inneren). Dorsale Keimklappe mit geschwungener Außenseite und median längs gekielter Innenfläche. Same sohlenförmig mit eingebuchteter Dorsalseite. Mikropyle terminal gelegen; halbanatrope Samenanlage mit medianem, rundem Hilum und bogenförmiger Chalaza auf der Ventralseite. Rapheleitbündel fibrös in Chalazaband eingereiht und lateral aufspaltend. Ein Fach fertil, zwei weitere reduziert und steril, alle ovoid ausgebildet. Als rezente Vergleichsform kommt C. *album* (LOUR.) RÄUSCHEL aus China in Betracht.

Holotypus: Taf. 1, Fig. 1 a—g. Staatliches Museum für Naturkunde, Geol.-Paläont. Abt., Inv.-Nr. P 691 a.

Isotypen: Taf. 1, Fig. 2, Taf. 2, Fig. 2—5. Ibidem, Inv.-Nr. 691 b, c, d, e, f.

Locus typicus: Putschirn (Počerna) bei Karlsbad (Karlovy Vary); CSSR.

Stratum typicum: konglomeratartiger Brauneisenstein (Pelosiderit); oberste Partie von Flöz Josef bzw. unterste Lage des Vulkanogenen Komplexes; Ober-Eozän bis Ober-Oligozän.

Derivatio nominis: nach M. E. J. CHANDLER (London) benannt, die sich um die Erforschung paläogener Floren Englands mit tropisch-subtropischer Prägung verdient gemacht hat.

Fruktifikationstyp: Samen, Steinkerne.

Maße: Steinkerne: L: 18,0 — 28,0 mm; Du: 13,0 — 15,0.
L_M: 15,0 — 19,5 mm; Du_M: 14,1 mm.
Klappen: L: 15,0 — 19,5 mm; B: 11,0 — 12,5 mm.
(ca 3/4 der Endokarplänge).
Samen: L: 17,0 mm; B: 9,0 mm; D: 5,0 mm.

Bemerkungen: Es wurde schon von verschiedenen Seiten nachgewiesen, daß der Gattung *Canarium* nahe verwandte Formen im Alttertiär zu finden sind. So haben vor allem REID & CHANDLER (1933: 268—273) aus dem eozänen London-Ton *Tricarpellites communis* BOWERBANK mitgeteilt. Arten derselben Gattung aus dem Brandon-Lignite wurden von EYDE & BARGHOORN (1963) z. T. zur Gattung *Nyssa* LINNE gestellt (vgl. auch KIRCHHEIMER 1938: 13, 38—42, 45, 148; 1957: 415, 573).

Hier soll nur auf die Differentialdiagnose von REID & CHANDLER (1933: 271) eingegangen werden, den morphologischen Aufbau von *Canarium*- und *Tricarpellites*-Steinkernen betreffend.

	Canarium	*Tricarpellittes*
Raphe	fehlt * (relativ kurz)	relativ lang
Chalaza	fibröses Band, gebogen	triangulär, median ventral
Dorsal-Klappen	2/3 — 4/5 der Endokarplänge	1/2 — 1/3 der Endokarplänge
Karpelle	fest verbunden, selten aufspringend	aufspringend
Größe	Sekt. *Canarium:* sehr groß, 50—70 mm Sekt. *Pimela:* klein, 25—35 mm	sehr klein, 7,0 — 13,0 mm
Samenfächer	3, meist 1—2 reduziert	3, keines reduziert

* Vorliegende Fossilien zeigen klar alle morphologischen Details der Gattung *Canarium*, wobei nach CORNER 1976: 83 das Leitbündel der Raphe in den distalen Teil der Chalaza läuft, sich dort seitlich verzweigt und nicht fehlt, wie bei REID & CHANDLER (1933: 271) fälschlich angegeben.

Stratigraphie

Zur Frage des Alters sollen hier nur einige wesentliche Fakten aus der Literatur erwähnt werden, da der ausführlichen Bearbeitung der altersgleichen Flora von Lipnice durch KNOBLOCH (zusammen mit BUZEK und HOLY) nicht vorgegriffen werden soll.

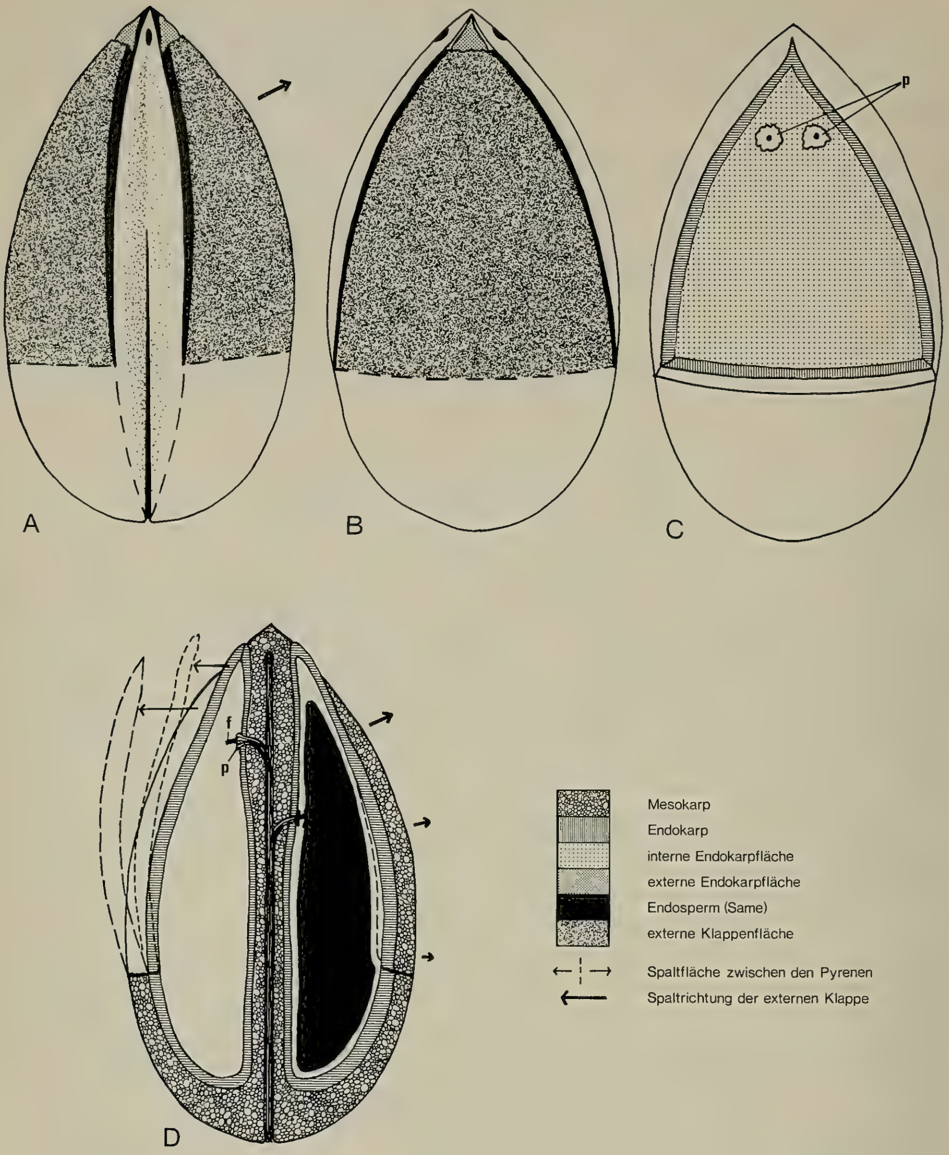

A
B
C
p
f
p
D
Mesokarp
Endokarp
interne Endokarpfläche
externe Endokarpfläche
Endosperm (Same)
externe Klappenfläche
Spaltfläche zwischen den Pyrenen
Spaltrichtung der externen Klappe

Abb. 1. Schematische Längsansichten von *Canarium chandleri* n. sp.

A: von der Seite mit basal beginnender Spaltfläche zwischen den Pyrenen und zwei seitlich liegenden Klappen.

B: von der Seite mit Aufsicht auf die Klappe und deren tiefliegende Abrißlinie (gestrichelt).

C: Ansicht wie B, aber mit entfernter Klappe, internem Endokarp und zwei Plazenten (p).

D: medianer Längsschnitt mit Leitbündelverlauf (Mitte längslaufend), Plazenta (p), Funikulus (f) und Klappenmechanismus.

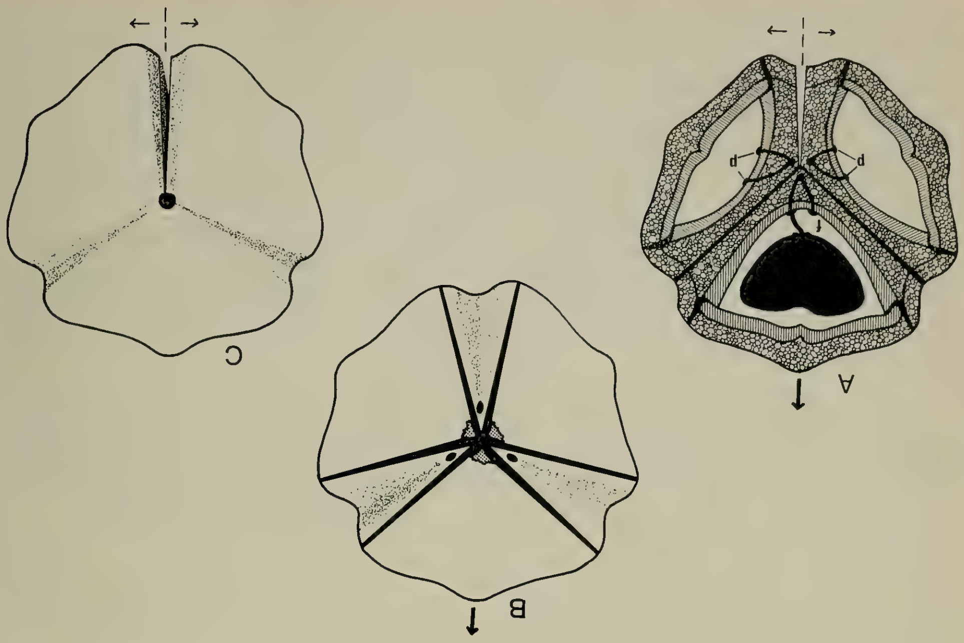


Abb. 2. Schematische Queransichten von *Canarium chandleri* n. sp.

A: medianer Querschnitt mit Lage der Plazenten (p) und Funikulusstrang (f); deutlich sind die zwei leicht reduzierten Samenfächer und die Spaltebene zwischen den Pyrenen zu sehen.

B: Ansicht von oben, drei median gekielte Klappen zeigend, sowie zentral gelegen die apikalen Endokarpflächen und drei Leitbündellöcher.

C. Ansicht von unten mit einer Spaltfläche zwischen den Pyrenen.

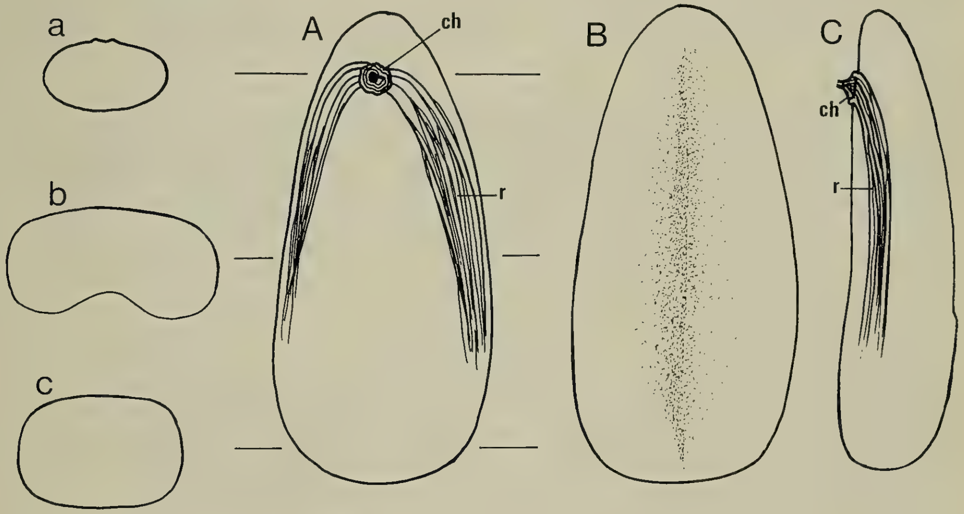


Abb. 3. Morphologie des Samens von *Canarium chandleri* n. sp.

A—C: Längsansichten. A: Ventralseite mit Chalaza (ch) und fibröser Raphe (r). B: Dorsalseite eingebuchtet. C: Seitenansicht mit Chalaza (ch) und Raphebündel (r).

a—c: Querschnitte durch einen Samen.

Die (tuffitischen) Pelosiderite von Počerna liegen an der Obergrenze des Josefi-Flözes, unmittelbar unter dem Beginn der „Vulkanogenen Formation". Diese Zuordnung gilt für das Sokolov-Becken. Funde von der oben erwähnten Lokalität Lipnice stammen aus wenig höher liegenden Schichten (Vulkanogene Formation). In Počerna wurde im letzten Jahrhundert Kohle abgebaut. Aus dieser Zeit stammen der vorliegende Fund (Taf. 2, Fig. 1) sowie einige weitere paläobotanische Handstücke. Letztere werden von BUZEK und HOLY bearbeitet werden. Stratigraphisch lassen sich die Funde von Počerna nach bisherigen Kenntnissen am ehesten ins Obere Oligozän (Egerian) oder das Mittlere Oligozän (Rupel) einstufen. Es können jedoch bis jetzt das Untere Oligozän und sogar das Ober-Eozän nicht ausgeschlossen werden (mündl. Mitt. E. KNOBLOCH vom Juni 1979; vgl. auch MAI, 1968).

Nach einer freundlichen brieflichen Bestätigung von C. BUZEK (vom 26. 2. 1979) kann das Alter des Josefi-Flözes mikrofloristisch mit Rupel angegeben werden, da als Index-Mikrofossil *Boehlensipollis hohli* W. KR. (vgl. auch HOCHULI 1978: 74, Unter-Oligozän bis Oberes Mittel-Oligozän) gefunden wurde.

Zusätzlich sei erwähnt, daß sich im Liegenden der Pelosiderite die sog. Stare-Sedlo-Formation anschließt, die ins Unteroligozän bzw. Obereozän zu stellen ist (vgl. HURNIK & KNOBLOCH 1966: 40, 41). Andererseits stellt MAI 1968 die Stare-Sedlo-Schichten eindeutig ins Eozän, vor allem wegen eines deutlichen Mastixiaceen-Maximums.

KNOBLOCH & KONZALOVA (1978: 43) haben auf die interessante Taphozönose von Počerna hingewiesen. Sie beinhaltet *Alnus*, *Caryojuglans*, *Fagus*, *Liquidambar* und auch *Mastixia*. Die Schichten dieses vulkanogenen Komplexes wurden in dieser Arbeit als Mitteloligozän angesehen, wobei eine plötzliche Entwicklung des arktotertiären Elements zu beobachten sei.

Begleitflora

Es läßt sich eine kleine Liste von begleitenden Pflanzenresten aus Počerna angeben, die nur die sicher von dieser Fundstelle stammenden Formen umfaßt (vgl. HOLY 1975: 130; HURNIK & KNOBLOCH 1966: 42 und ENGELHARDT 1881: 84—86). Sie sind in konglomeratartigen Brauneisensteinen bzw. Pelosideriten zu finden:

Musophyllum bohemicum UNG.
Abeibopsis haidingeri HEER (nach HANTKE 1973 mit einer Styracacee, *Rehderodendron* HU, in Verbindung bringen).
Carya costata UNG.
Steinhauera subglobosa PRESL. (In blaugrauen „Tuffen" gelegen. Nach MAI 1968: 190 zu *Alnus* gehörig; möglich wäre aber auch ein Strobus der Araceen — eigene Untersuchung!)
Fagus deucalionis UNG. (möglicherweise *Nothofagus*-Reste; vgl. STEENIS 1971).
Diachenites novakii ENGELH. (möglicherweise eine Vitacee).
Symplocos putschirnensis ENGELH.
Celastrus laubeji ENGELH.
Carpolithus sphaericus ENGELH.
Mastixia amygdalaeformis (SCHLOTH.) KIRCHH.

Diese Liste zeigt hauptsächlich tropisch-subtropische Elemente bis auf die Gattung *Fagus*, die als arktotertiäres Element gelten darf.

Unsere neu nachgewiesene Gattung *Canarium* reiht sich sehr gut in die Zoenose ein und ergibt eine zusätzliche ökologische Information, vor allem zusammen mit den *Mastixia*-Resten (vgl. rezente Untersuchungen bei MATTHEW 1976), die ebenfalls auf subtropisch-tropische Bedingungen im Oligozän (Eozän) hinweisen (siehe unten).

Es fanden sich nun in dem oben behandelten Handstück noch einige interessante Frucht- bzw. Steinkernreste, die bisher noch nicht bekannt waren. Es handelt sich um möglicherweise ebenfalls tropisch-subtropische Gattungen, die hier aber nur als *Carpolithus* sp. 1—5 mitgeteilt werden sollen (vgl. Taf. 2, Fig. 6—9) und einer weiteren Aufklärung harren.

Celtis sp.

Die ziemlich großen (bis 8 mm langen) Endokarpien sind grobnetzig, kugelig, apikal zugespitzt und ähneln solchen der Art *C. eocenica* REID (1937) aus dem Eozän von Reals nahe Beziers (Hérault, Frankreich). Eine nähere Untersuchung wurde nicht vorgenommen.

Carpolithus sp. 1

Tafel 2, Fig. 6

Der 6,5×6,0 mm große Steinkern dürfte mit einem ebenfalls ventral planen, zweiten Exemplar in einer Beere gelegen haben. Die malaysische tropische Gattung *Haplolobus* LAM. (vgl. LEENHOUTS 1972) hat ähnliche Steinkerne (Nr. 691 g).

Carpolithus sp. 2

Tafel 2, Fig. 8

Der 10,5×4,5 mm große Steinkern hat ein grubiges Endokarp und ist möglicherweise systematisch bei den Icacinaceen unterzubringen (Nr. 691 i).

Carpolithus sp. 3

Tafel 2, Fig. 9

Das Endokarp mißt 7×5 mm und zeigt Abflachungen, die auf 2 weitere Steinkerne in der Frucht schließen lassen. Bei den Sapindaceen (evt. noch Taccaceen) ist möglicherweise eine rezente Vergleichsform zu finden (Nr. 691 h).

Carpolithus sp. 4

Tafel 2, Fig. 7

Zwei 16×12 und 13×12 mm messende Steinkerne (?) sind asymmetrisch seitlich abgeflacht und haben ein kragenförmiges Hilum. Eine Dehiszenzlinie ist zu beobachten. Die systematische Zuordnung ist unklar (Nr. 691 l, m).

Carpolithus sp. 5

Hier sind nur Bruchstücke einer vermutlich lokuliziden Kapsel (sehr brüchig) zu erwähnen (Nr. 691 k). Möglicherweise handelt es sich hier um Reste von *Schima macrocalycis* MAI (vgl. 1976: 126, Taf. VII, Fig. 1—4) oder einer nahe verwandten Art.

Rezentvergleich

Die rezente Gattung *Canarium* Stickman (vgl. vor allem Engler & Prantl 1897, sowie Flora Malesiana 1955, 1972) wird nach Leenhouts (1959: 331—335) in drei Sektionen *(Canarium, Pimela, Canariellum)* mit insgesamt 75 Arten eingeteilt. Es handelt sich ausschließlich um tropische Holzpflanzen, deren Verbreitung auf die Primär- und Sekundärregenwälder der Alten Welt beschränkt ist: Tropisches West- und Ostafrika, Madagaskar, Mauritius, Ceylon, Südostasien, Malaysia, Nordaustralien und Melanesien (siehe Abb. 4, Arealkarten verändert nach van Steenis 1963: Karte 18; Leenhouts 1959: Fig. 4—14).

Nach dem Bestimmungsschlüssel, den Leenhouts (1959: 391) gegeben hat, kommt aufgrund der Größenverhältnisse und der medianen Rippen auf den Pyrenenklappen nur die Sektion *Pimela* Loureiro 1790 für einen Vergleich mit unseren Fossilien in Frage. Ähnlich kleine Früchte kommen in der Sektion *Canarium* Decandolle 1825 nur bei *Canarium maluense* Lauterbach und *Canarium luzonicum* (Bl.) A. Gray vor, jedoch sind bei beiden Arten die sterilen Samenanlagen reduziert.

Alle Arten der Sektion *Pimela* sind auf den südostasiatischen Raum beschränkt (vgl. Abb. 4 und Leenhouts 1959: 391). Ökologisch sind sie an Primär- und Sekundärregenwälder bis zu einer Höhe von 1000 m gebunden. Nur einzelne Arten konnten bis zu 1800 m über NN oder als Besiedler von Feuchtsavannen nachgewiesen werden. Die meisten Arten der Sektion *Pimela* bilden nur noch einen oder zwei Samen aus, die sterilen Fächer werden mehr oder weniger reduziert. Da die Fossilien zwar ebenfalls nur noch ein fertiles Fach aufweisen, die beiden sterilen jedoch nur mäßig reduziert sind, wurden die rezenten Arten mit stark

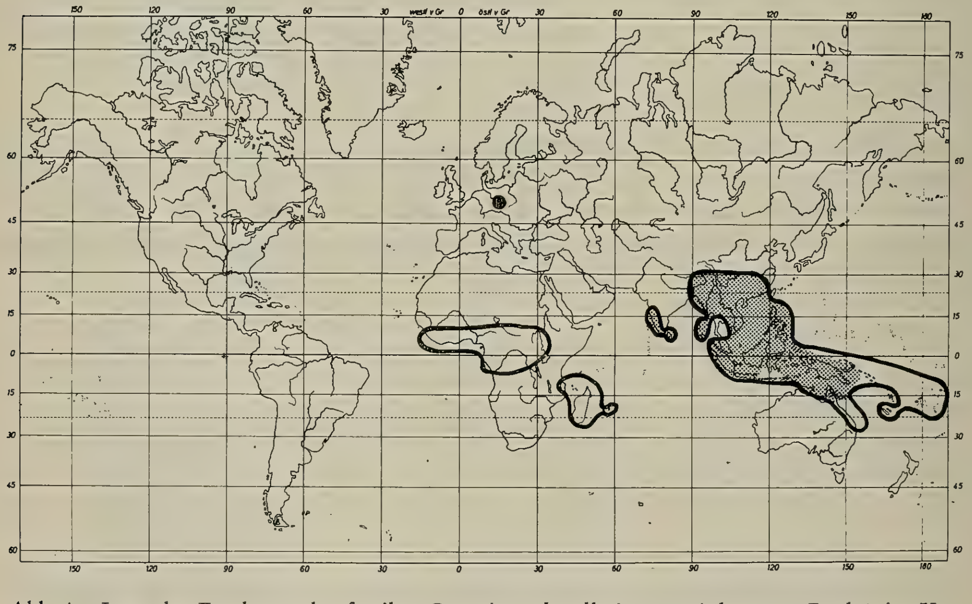


Abb. 4. Lage des Fundortes der fossilen *Canarium chandleri* n. sp. (schwarzer Punkt) im Vergleich zur Arealverbreitung der rezenten Gattung *Canarium* Stickman 1759 (weiße Flächen, schwarz umrandet) und speziell der Sektion *Pimela* Loureiro 1790 (grau gerastert). Man beachte die Nordlage der fossilen Form.

reduzierten Samenfächern von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen. Anhand des Rezentmaterials, das freundlicherweise von der Bayerischen Botanischen Staatssammlung München und dem Rijksherbarium, Leiden (Niederlande), zur Verfügung gestellt wurde, konnten drei Arten ausgeschieden werden, die in ihren Früchten den fossilen morphogenetisch am nächsten kommen. Es sind dies *Canarium euryphyllum* Merr., *Canarium album* (Lour.) Räuschel und *Canarium hirsutum* Willdenow.

Die Art *Canarium euryphyllum* Merr. hat ihr Verbreitungsgebiet auf den Philippinen (Luzon). Die beiden sterilen Fächer sind im Gegensatz zu der Angabe in Leenhouts (1959: 395) nur mäßig reduziert. Die ganze Frucht ist im Querschnitt etwas mehr dreieckig als die fossile.

Canarium hirsutum Willdenow, bekannt aus ganz Malaysia, den Karolinen und den Salomon-Inseln, ist eine sehr variable Art. Den fossilen Früchten am ähnlichsten kommt var. *beccarii* Leenhouts (ibid. S. 428) mit zwei sterilen Fächern (Südost-Celebes, Lepo-Lepo). Nur das Mesokarp ist stärker entwickelt. (Material aus Sumatra, leg. M. Jacobs No 8511, Rijksherbarium, Leiden.)

Weitgehende morphologische Übereinstimmung mit dem Fossilmaterial zeigt *Canarium album* (Lour.) Räuschel. Diese Art entwickelt einen oder zwei Samen, die sterilen Fächer werden nur wenig reduziert, der Querschnitt ist rund. (Material aus Yaichow, Hainau, coll. H. J. Liang 1933, No. 62447, Bayer. Bot. Staatssammlg. München.) Leenhouts (1959: 405) nennt die Art auch von Annam, Tonking, Kwangsi, Kwangtung, Fukien und Yunnan.

Ökologie

Wang (1961: 161) erwähnt *Canarium album* (Lour.) Räuschel aus dem Regenwald von Yunnan und Hainan, zusammen mit *Santiria, Amoora, Cedrela, Ficus,* Myristicaceae, *Magnolia, Beilschmiedia, Litsea, Evodia, Spondias, Sapindus, Reevesia, Gordonia, Terminalia* und *Schefflera,* und (ibid. S. 108) kultiviert aus „decidous broad-leaved forests" der oberen Yangtze-Provinz in niederen, warmen Tälern zusammen mit *Litchi chinensis* und *Clausena,* während in erhöhten Lagen alpine Vegetation und sogar Schnee vorkommen. Es werden nun einige Klimadaten für die rezente Sektion *Pimela* aufgelistet, die zur Interpretation der fossilen Form herangezogen werden können. Allerdings müssen auch noch die Klimadaten für die Begleitflora berücksichtigt werden, um zu gesicherten Aussagen zu gelangen.

	mittl. Jahrestemperatur (°C)	mittl. jährl. Niederschlagsmenge (mm)	Höhe über NN (m)
Hainan (Kiungshan) [1]	24.4	1500	3
S-Yunnan (Lashio) [2]	21.6	1572	900
S-Yunnan (Mandalay) [2]	26.6	828	80
Luzon (Manila) [2]	27.2	2083	15
Malaysia (Singapur) [2]	26.7	2413	11
Celebes (Makassar) [2]	26.1	2850	2
Klimamodell für *C. chandleri* n. sp.	22—28	800—3000	bis 1000 m

[1] Wang 1961: 132.

[2] Met. office, 1966.

Aus der paläogeographischen Situation ergibt sich, daß der Standort der fossilen Art sich vermutlich in einer mittleren Höhe (unter 1000 m) befand. Die (problematischen) Begleitfunde von *Fagus* könnten allerdings auch auf noch höher liegende subtropische Bergwälder hindeuten. Zusätzlich sei erwähnt, daß die Klimadiagramme (nach WALTER, HARNICKELL & MUELLER-DOMBOIS 1975: Karte 5) zu den oben aufgeführten Lokalitäten zwei verschiedene Groß-Klimamodelle zeigen. Betrachtet man die Diagramme von Bhamo, Lashio und Mandalay (alle Yunnan) und Manila (Westküste Luzons), so fallen die ausgeprägte Wintertrockenheit und der perhumide Sommer auf. Im Gegensatz dazu stehen die Diagramme von Malaysia, die eine gleichmäßige Temperatur- und Niederschlagsverteilung (perhumid) auf das ganze Jahr zeigen. Eine eingehendere Untersuchung des gesamten fossilen Floren-Komplexes wird sicher genauere Schlüsse auf das Klima Nordböhmens im Alttertiär erlauben.

Literatur

CORNER, E. J. H. (1976): The seeds of Dicotyledons. **1**, **2**, 311 S., 647 Abb.; Cambridge (Cambridge Univ. Press).

ENGELHARDT, H. (1881): Über Pflanzenreste aus den Tertiärablagerungen von Liebotitz und Putschirn. — Sitz.-Ber. naturw. Ges. Isis Dresden, **1880**: 77—86, Taf. 2; Dresden.

ENGLER, A. & PRANTL, K. (1897): Die natürlichen Pflanzenfamilien. **3/4**, 230—257, viele Abb.; Leipzig (W. Engelmann).

EYDE, R. H. & BARGHOORN E. S. (1963): Morphological and palaeobotanical studies of the Nyssaceae, II. The fossil record. — J. Arnold Arbor., **44/2**, 42 S., 6 Taf.; Cambridge/Mass.

Flora Malesiana (1955): I, 5 ^{2} Burseraceae, 249—296, Fig. 20—48; Groningen (Noordhoff & Kolff).

— (1972): I, 6 ^{6} Burseraceae, 917—928; Groningen (Wolters & Noordhoff).

HANTKE, R. (1973): *Abeibopsis laharpei* HEER, eine Styracacee? — Eclogae geol. Helv., **66/3**: 743—749, 2 Taf.; Basel.

HOCHULI, P. A. (1978): Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. — Beitr. Paläont. v. Österr., **4**: 132 S., 14 Taf., 3 Tab.; Wien.

HOLY, F. (1975): Representations of the family Mastixiaceae CALESTANI 1905 in the Bohemian Tertiary. — Sborn. Narodniho Muzea Prace, **31** B, 3—5; 123—147, 4 Taf.; Praha.

HURNIK, S. & KNOBLOCH, E. (1966): Einige Ergebnisse paläontologischer und stratigraphischer Untersuchungen im Tertiär Böhmens. — Abh. staatl. Mus. Miner. Geol. Dresden, **11**: 17—145, 8 Taf., 13 Beil., 18 Textabb., 3 Tab.; Dresden.

KIRCHHEIMER, F. (1938): Fossilium Catalogus, Pars 23, Umbelliflorae - Cornaceae. — 188 S.; s-Gravenhage (Jongmans).

— (1957): Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. — 672 S., 55 Taf., 1 Kt.; Halle (VEB Wilhelm Knapp-Verlag).

KNOBLOCH, E. & KONZALOVA, M. (1978): Progress in Cenophytic Palaeobotany of Czechoslovakia. — Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **34**: 32—67, 1 Abb.; Frankfurt/Main.

LEENHOUTS, P. W. (1959): A Monograph of the Genus *Canarium* (Burseraceae). — Blumea, **9/2**: 275—647, 33 Abb.; Leiden.

— (1972): A Revision of *Haplolobus* (Burseraceae). — Blumea **20/2**: 284—310, 5 Abb.; Leiden.

LEOPOLD, E. B. & MACGINITIE, H. D. (1972): Development and affinities of Tertiary floras in the Rocky Mountains. — *In*: GRAHAM, A. (Hrsg.): Floristics and Palaeofloristics of Asia and Eastern North America: 147—200, 14 Abb., viele Tab.; Amsterdam (Elsevier).

MAI, D. H. (1968): Zwei ausgestorbene Gattungen in Tertiär Europas und ihre florengeschichtliche Bedeutung. — Palaeontographica, B, **123**: 184—199, Taf. 38 u. 39, 5 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

— (1976): Fossile Früchte und Samen aus dem Mitteleozän des Geiseltales. — Abh. Zentr. geol. Inst., Paläont. Abh., **26**: 93—149, 5 Abb., 7 Taf.; Berlin.

MATTHEW, K. M. (1976): A Revision of the Genus *Mastixia* (Cornaceae). — Blumea **23/1**: 51—93, 6 Abb.; Leiden.

MENZEL, P. (1920): Über Pfllanzenreste aus Basalttuffen des Kamerungebietes. — Beitr. geol Erforsch. Deutsch. Schutzgebiete, **18**: 17—30, 6 Abb.; Berlin.

Meteorological Office (1966): Tables of Temperature, relative Humidity and Precipitation for the world. — Part V, (Met. O. 617 e), Asia; London.

REID, E. M. (1937): *Celtis eocenica* n. sp. from Reals near Beziers (Herault). — Bull. Soc. Et. Sci. nat. Beziers, **1937**: 91—94, 2 Abb.; Beziers.

REID, E. M. & CHANDLER, M. E. J. (1933): The Flora of the London Clay. — VII + 561 S., 33 Taf.; London (Brit. Mus. Nat. Hist.).

STEENIS, C. G. G. J. VAN (1963): Pacific plant Areas. **1**: 296 S., Taf. 1—26; Manila (National Institute of Science and Technology).

— (1971): *Nothofagus*, key genus of plant geography, in time and space, living and fossil, ecology and phylogeny. — Blumea, **19/1**: 65—96; Leiden.

TANAI, T. (1970): The Oligocene floras from the Kushiro coal field, Hokkaido, Japan. — J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 4, **14/4**: 383—514, Hokkaido.

— (1972): Tertiary history of vegetation in Japan. — *In:* GRAHAM, A.: Floristics and palaeofloristics of Asia and eastern North America: 235—254, 11 Abb.; Amsterdam (Elsevier).

WALTHER, H., HARNICKELL, E. & MUELLER-DOMBOIS, D. (1975): Klimadiagramm-Karten, 36 S., 14 Abb., 9 Karten; Stuttgart (G. Fischer).

WANG, C.-W. (1961): The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. — Maria Moors Cabot Foundation Publ. Series, **5**, 313 S., 22 Taf., 78 Abb., Cambridge/Mass. (Harvard Univ. Press).

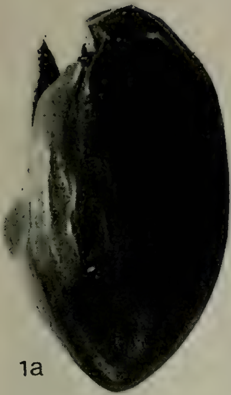
Anschrift der Verfasser: Dr. J. Gregor und cand. geol. K. Goth, Institut für Paläontologie und historische Geologie, Richard-Wagner-Str. 10/II, D-8000 München 2.

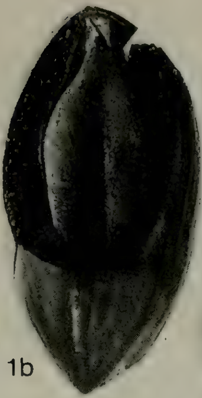
Tafel 1

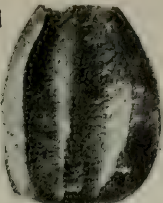
Canarium chandleri n. sp.
Eozän bis Oligozän von Počerna bei Karlovy Vary (CSSR)

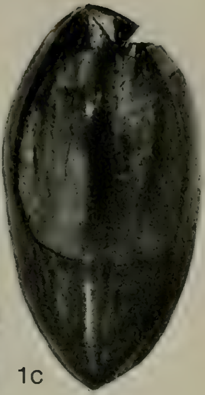
Fig. 1. Holotypus, Steinkern.
- a: Seite ohne Klappe, x 2;
- b: Seite mit entfernter Keimklappe, das Endokarp zeigend, x 2;
- c: Steinkern mit aufgelegter Klappe, x 2;
- d: entfernte Keim-Klappe mit Innenseite von 1 b, x 2;
- e: Steinkern von oben mit apikalen Leitbündellöchern und abstehender Klappe (links), x 2;
- f: Endokarp vergrößert und längsgespreizt, deshisziert, x 4; g: Oberflächenstruktur des Endokarps mit Palisadenzellen, x 10. — Inv. Nr. 691 a.

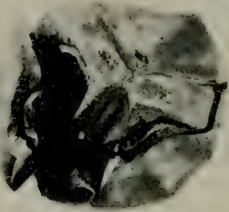
Fig. 2. Isotypus, Steinkern.
- a: Steinkern mit Keim-Klappe und mit Siderit ausgefüllte Nagetier-Bißspuren, x 2;
- b: Steinkern von unten, die Dehiszenzlinie der Pyrenen zeigend, x 2;
- c: unterer Teil des Steinkerns mit zwei reduzierten Samenfächern und dem gut erhaltenen, fossilisierten Samen im großen Fach, x 2;
- d: wie c, aber Teil des Steinkerns ohne Klappe und Same, x 2;
- e: seitlich apikale Ansicht des Steinkerns mit konvex gewölbter Klappe und durchbrechendem apikalen Endokarp (punktierte Oberfläche), in Richtung apikal ist hier eine Schwächezone (Dehiszenz) für die Samenkeimung, x 5. — Inv.-Nr. 691 c.

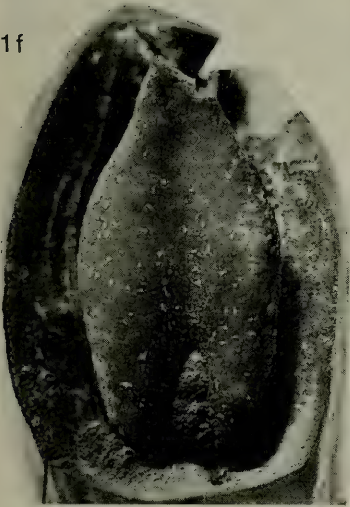

1a

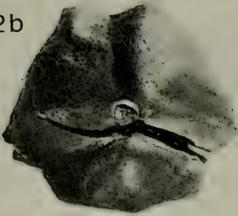

1b

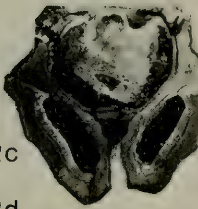

1d

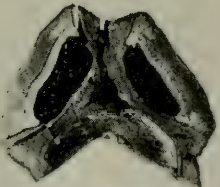

1c

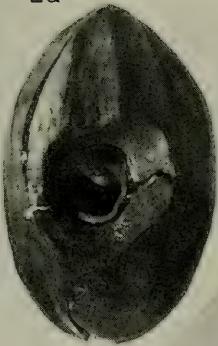

1e

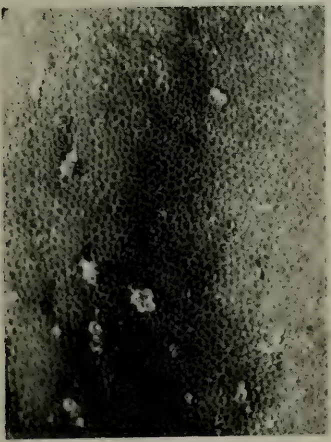

1f


2b


2c


2d


2a

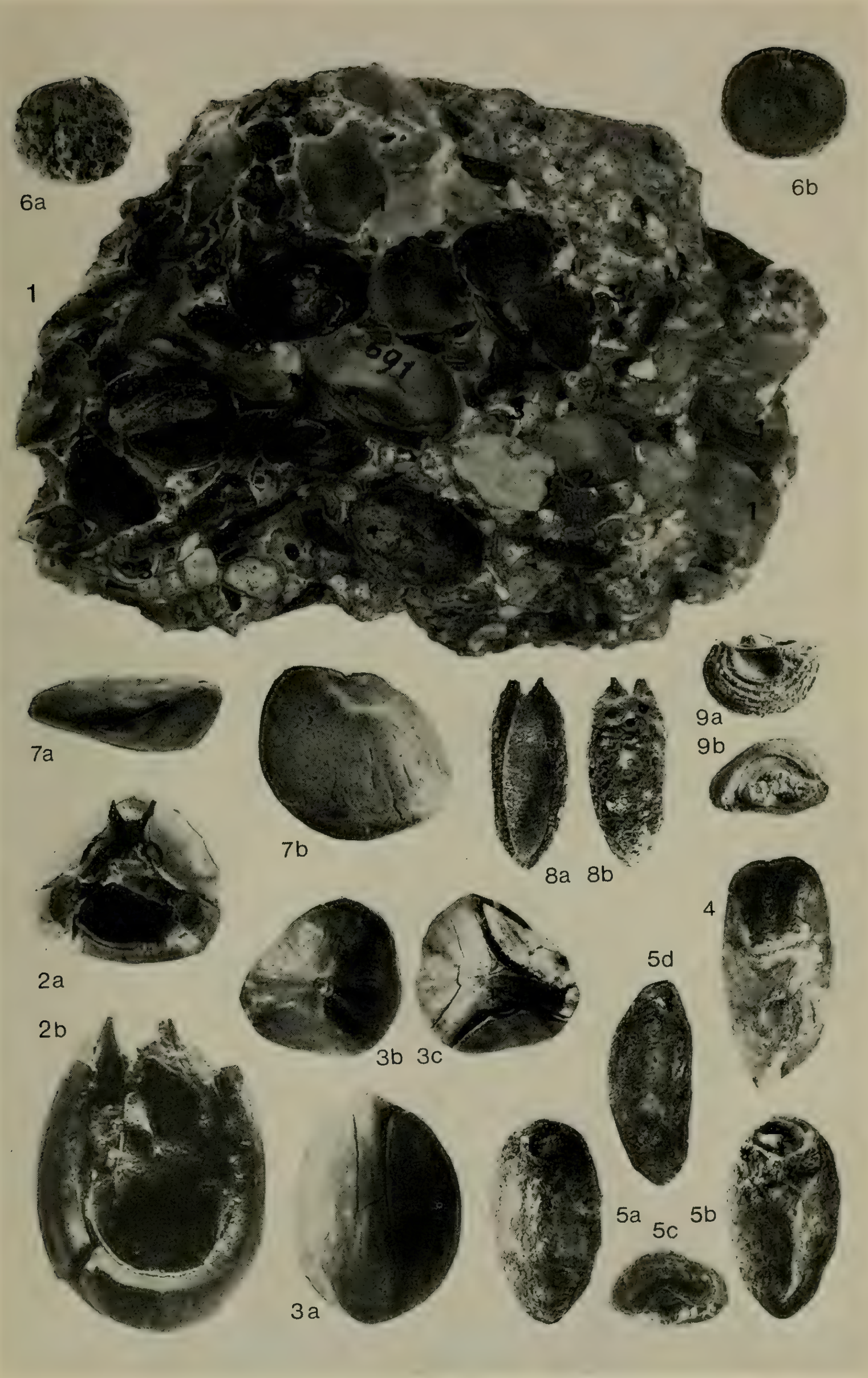

1g

2e

Tafel 2

Eozäner bis Oligozäner Pelosiderit mit Fruktifikationen von Počerna bei Karlovy Vary (CSSR).

Fig. 1. Pelosideritisches Handstück mit diversen Steinkernen.
(1 = *Canarium*-Reste, 2 = *Carpolithus* sp. 4;
3 = *Celtis* sp.); Inv. Nr. 691. — x 1.
Fig. 2. *Canarium chandleri* n. sp., Steinkern; Isotypus.
a: von oben, dehiszierte Pyrenen und offenes Samenfach;
b: von der Seite mit offenem Samenfach und abgelöster Klappe; apikale Teile der Pyrenen dehiszeirt, Inv. Nr. 691 b. — x 2.
Fig. 3. *Canarium chandleri* n. sp., Steinkern; Isotypus.
a: von der Seite, 2 Klappen zeigend;
b: von unten mit basalem Leitbündelloch;
c: von oben, 3 Keimklappen zeigend sowie 3 Leitbündelöffnungen. Inv. Nr. 691 c. — x 2.
Fig. 4. *Canarium chandleri* n. sp., Same; Isotypus.
Kalkig inkrustiert, mit Rapherest von ventral (vgl. Fig. 2). Inv. Nr. 691 b. — x 2.
Fig. 5. *Canarium chandleri* n. sp., Same; Isotopus.
a: von ventral, mit apikalem Funikulus-Rest;
b: von dorsal, konkave Seite zeigend;
c: von unten;
d: von der Seite; Inv. Nr. 691 d. — x 2.
Fig. 6. *Carpolithus* sp. 1, Inv. Nr. 691 g. — x 3.
Fig. 7. *Carpoltihus* sp. 4, Inv. Nr. 691 l. — x 2.
Fig. 8. *Carpolithus* sp. 2, Inv. Nr. 691 i. — x 3.
Fig. 9. *Carpolithus* sp. 3, Inv. Nr. 691 h. — x 3.


6a
6b
1
7a
7b
8a
8b
9a
9b
2a
2b
3b
3c
4
5d
3a
5a
5c
5b

Gesamtherstellung: Verlagsdruckerei Ph. C. W. Schmidt, 8530 Neustadt a. d. Aisch

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
SMITHSONIAN INSTITUTION WASHINGTON D.C.
ICI 83

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01455 5494